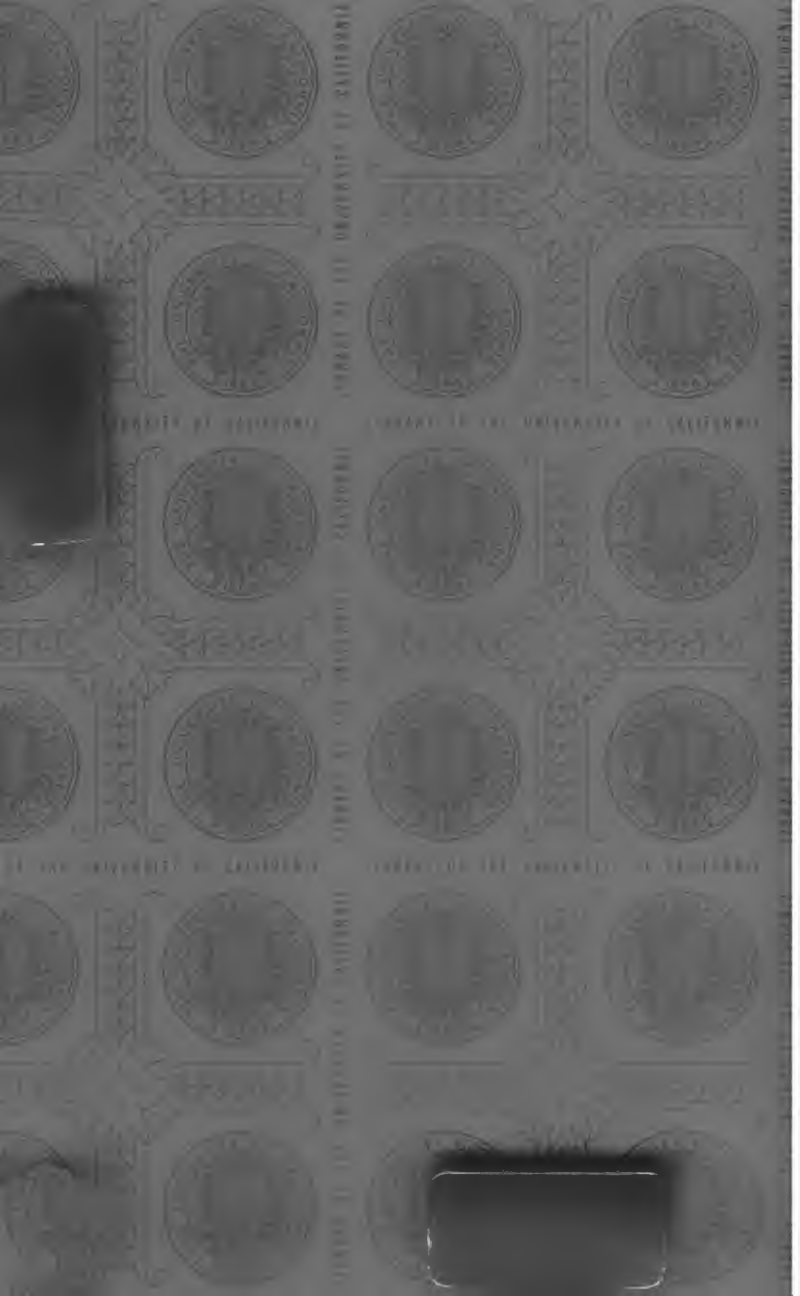
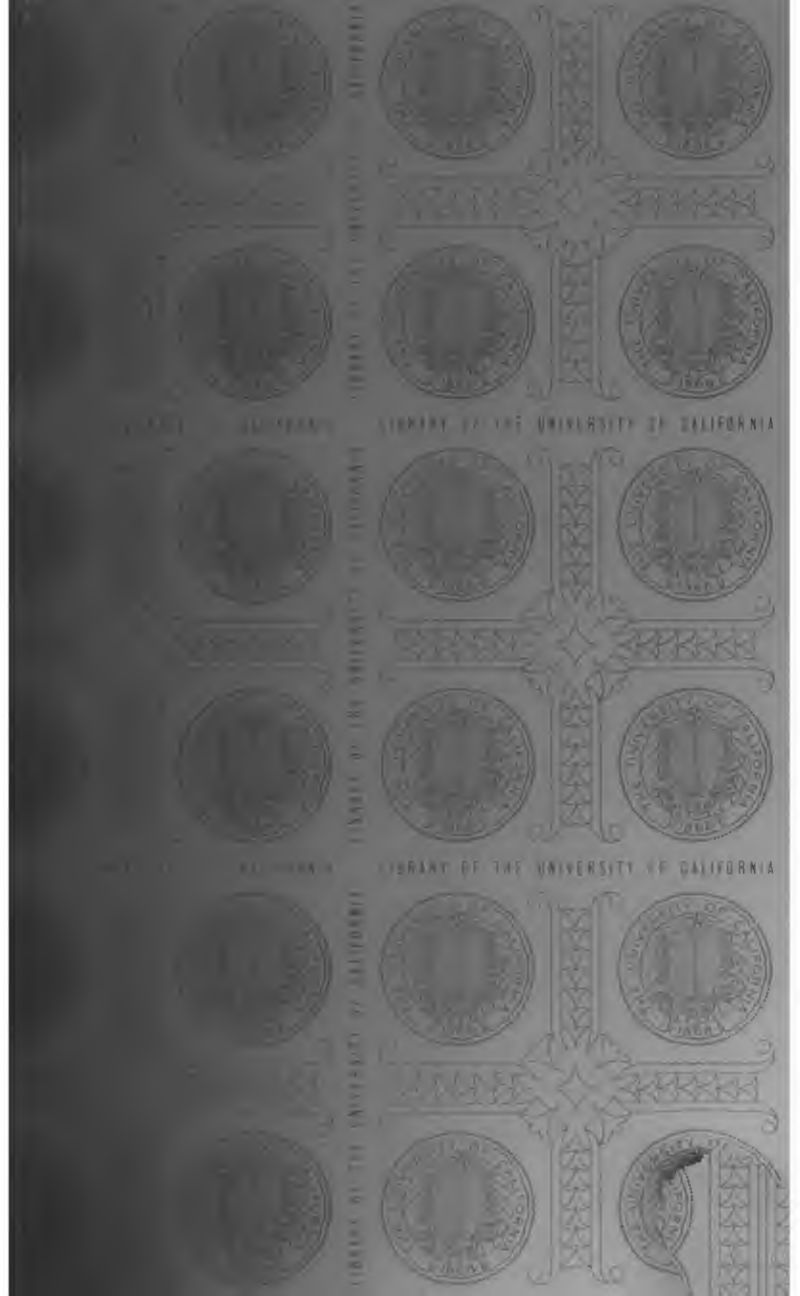
image
not
available




LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA
LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

~~Mr Wedekind~~

~~Hannover November 1848.~~

~~553~~

2347.

Digitized by Google

Digitized by Google

Technisches Wörterbuch

oder

Handbuch der Gewerbskunde.

In alphabetischer Ordnung.

Bearbeitet nach

Dr. Andrew Ure's Dictionary of Arts, Manufactures and Mines

von

Karl Karmarsch und **Dr. Friedrich Heeren.**

Mit über 1200 in den Text gedruckten Abbildungen.

Erster Band.

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

A. — G.

Prag, 1843.

Verlag von Gottlieb Haase Söhne.

Digitized by Google

T9
U71
v.1

66744

Digitized by Google

UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Vorrede.

Das englische Original des gegenwärtigen Werkes ist im Jahre 1839 (in zweiter, unveränderter Auflage 1841) zu London erschienen, und führt den Titel: A Dictionary of Arts, Manufactures, and Mines: containing a clear exposition of their principles and practice. By Andrew Ure, M. D.

Aufgefordert von der Verlagshandlung, dieses Buch für Deutschland zu bearbeiten, entsprachen wir der Einladung mit Bereitwilligkeit, weil der Nutzen dieses Unternehmens für so viele unserer Landsleute, die durch Beruf oder Geschäftsinteresse bei der Entwickelung der Gewerbsindustrie betheiligt sind, uns nicht zweifelhaft schien.

Die Arbeit des Dr. Ure besitzt eigenthümliche und bedeutende Vorzüge, neben nicht abzuleugnenden Mängeln. Zu den ersteren rechnen wir ihre Reichhaltigkeit; die fast durchaus angenehme, gefällige, leichtfaßliche Behandlung der Gegenstände; die Mittheilung vieler interessanter, auf das in so hohem Grade vervollkommnete Fabrikwesen Großbrittaniens bezüglicher Nachrichten; die große Menge der, auf die bequemste Weise mit dem Texte verbundenen, Abbildungen. Als Unvollkommenheiten sind zu bezeichnen: die Auslassung einiger allgemein wichtiger Gegenstände, welche zum Theile sogar die allermächtigsten Hebel der jetzigen Gewerbsindustrie sind (Dampfmaschinen — Eisenbahnen); die mitunter etwas flüchtige oder gar nur fragmentarische Darstellung in gewissen Artikeln; die hin und wieder vorkommende Abschweifung auf ein dem Technischen fremdes Gebiet; endlich die an mehreren Orten hervortretende starke Benutzung deutscher, von dem

Digitized by Google

Verfasser nicht genannter Quellen, welche in England wohl am Platze seyn mag, von deutschen Beurtheilern aber ganz natürlich aus einem andern Gesichtspunkte aufgefaßt wird, sofern hier — namentlich bei einer Uebertragung des Werkes in unsere Muttersprache — das literarische Eigenthumsrecht zur Frage kommt.

Es kann keinem Zweifel unterworfen seyn, daß wir die Vorzüge für stark überwiegend gegen die Mängel halten; das Vorhandensein unserer Arbeit muß allein schon genügen, dafür Bürgschaft zu leisten. Unsere Aufgabe war nun: das Gute beizubehalten und getreu wiederzugeben, das Mangelhafte aber zu verbessern und das Fehlende hinzuzufügen, so weit Letzteres nach der Anlage des Ganzen erforderlich schien. Hieraus ergibt sich, daß das vorliegende Werk weit entfernt ist, eine bloße Uebersetzung des englischen Originals zu sein. Wir machen entschiedenen Anspruch auf den Titel von Bearbeitern. Aber wir sind weder so eitel noch so pedantisch, daß wir hätten darauf ausgehen mögen, jede einzelne Veränderung, jeden einzelnen Zusatz kenntlich zu machen, wodurch der Zusammenhang und die Einheit der Darstellung gewiß keinen Nutzen gehabt haben würde. So viel können wir im Allgemeinen sagen: daß fast kein einziger Artikel völlig unverändert übersetzt worden ist; weil wir beinahe überall Gelegenheit und Veranlassung fanden — den natürlichen Forderungen eines deutschen Publikums gemäß — bald Etwas hinzuzufügen, bald Ueberflüssiges wegzulassen, bald die Ordnung des Vortrages zu modifiziren, bald Erläuterungen oder Berichtigungen anzubringen.

Bei allem Dem haben wir nicht aus den Augen verloren, daß wir verpflichtet waren, die Eigenthümlichkeit des Originals möglichst zu konserviren, soweit dies ohne Nachtheil geschehen konnte; und wir dürfen von unseren Beurtheilern erwarten, daß sie nicht ein deutsches Original-Werk verlangen, wo Schriftsteller und Verleger nur eine Bearbeitung des englischen Buches versprechen.

Man verstehe uns recht! Unser Antheil an dem Werke, wie es in der gegenwärtigen deutschen Einkleidung erscheint, ist sehr bedeutend; aber die Grundlage, der Kern des Ganzen mußte doch die Arbeit des englischen Verfassers bleiben. Wir wollten und durften nicht diese Letztere in unseren Zusätzen ertränken, und den ohnehin erheblichen Umfang des Buches ins Uebermaß steigern. Liegt doch gerade in dem National-Typus des Ure'schen Dictionary ein

Digitized by Google

großer Theil von dessen Werth und von dem Interesse, welches dasselbe beim Leser erweckt. Wir stellten uns nicht die Aufgabe, alle deutschen Bücher durch unsere Bearbeitung eines englischen überflüssig zu machen. Denn wir wissen, daß deutsche Kompilatoren schon genug vorhanden sind, und meinen, was hier geboten wird, könne einen ehrenwerthen Platz in der deutschen technischen Literatur behaupten, könne mannichfachen und weitverzweigten Nutzen stiften, auch ohne nach einem solchen Grade von Vollständigkeit zu ringen, der nur durch Zusammentragen aus einer Menge deutscher Schriften erreichbar ist.

Um für die Beurtheilung einen Anhaltspunkt zu gewähren, und zugleich den Verpflichtungen gegen bereitwillige Mitarbeiter gebührend nachzukommen, wollen wir anführen, daß eine beträchtliche Anzahl meist wichtiger und großer Artikel als ganz neu und in dem englischen Originale gar nicht enthalten, in diese Bearbeitung aufgenommen sind oder noch werden. Neben den von uns selbst herrührenden (wie: Aldehyd, Aetzen, Bandfabrikation, Beil, Blechfabrikation, Bohrmaschinen, Buchdruckerkunst, Drehbank, Heizung, u. s. w.) nennen wir die Beiträge unsers Kollegen Herrn Professors Rühlmann, welcher die Artikel Dampf, Dampfmaschine, Eisenbahnen, Hydraulische Presse, Mühlen, Sägemaschinen völlig neu bearbeitet hat; ferner den Artikel Fuhrwerk (allgemeine Grundsätze), welcher von dem Hrn. Direktor Hauptmann Gründer herrührt. Mit Dank ist auch zu erwähnen, daß Herr Dr. Kreutzberg in Prag uns mit schätzbaren Notizen zur Bereicherung der Artikel Glas, Glasfabrikation und Kattundruckerei versehen hat. Der größeren Artikel, welche ganz oder doch in bedeutendem Maße umgearbeitet sind, ist eine so bedeutende Anzahl, daß wir sie nicht sämmtlich nennen können; dazu gehören, um nur einige anzuführen: Alaun, Balsame, Baumwollspinnerei, Berlinerblau, Blei, Eisen, Flachs, Glasfabrikation, Goldpurpur, Handschuhe, Hanf, Hutmacherei, Indig, Kalander, Kochsalz, Kohlenbrennen, Kupfer, ꝛc. ꝛc. Als fremdartig weggelassen sind mehrere kleine Artikel des Originals, welche gar keine Beziehung auf die Gewerbe haben, und bloß der reinen Chemie, der Naturgeschichte, der Pharmazie ꝛc. angehören.

Zu den Abbildungen (welche hinsichtlich ihrer saubern Ausführung denen des Originals wenigstens gleich stehen) kommen schon in Folge der bei der Bearbeitung hinzugefügten Artikel viele neue;

Digitized by Google

außerdem ſind manche durch beſſere erſetzt, einige wenige als entbehrlich weggelaſſen. Der gegenwärtig vollendete erſte Band allein enthält nahe an 150 Figuren, welche im Originale nicht befindlich ſind, und darunter mehrere nach Zeichnungen, die bisher nirgend veröffentlicht wurden.

Wir haben noch zu erwähnen, daß — wo nicht ausdrücklich ein Anderes bemerkt iſt — die Thermometer-Grade nach der 100theiligen Skale, Quantitäts-Angaben aber nach preußiſchem Maß und Gewicht zu verſtehen ſind.

Hannover den 9. Auguſt 1842.

Karl Karmarſch. Dr. Fr. Heeren.

Digitized by Google

Abdampfen. (Evaporation Fr. und Engl.) Die Operation, durch welche irgend ein Körper in den dampf- oder gasförmigen Zustand übergeführt und so verflüchtigt wird, nennt man im Allgemeinen Verdampfung. Unter Abdampfen versteht man den speziellen Fall, wo eine Flüssigkeit in der Absicht verdampft wird, um sie mehr oder weniger vollständig von gewissen, darin aufgelösten Stoffen zu trennen. Fälle von der technischen Anwendung des Abdampfens und der Verdampfung überhaupt kommen zwar in Menge vor, namentlich auch von der Verdampfung fester Körper; es soll jedoch in dem gegenwärtigen Artikel nur von der Verdampfung des Wassers durch künstliche Wärme gehandelt werden.

Der Wasserdampf ist eine elastische Flüssigkeit, oder Gasart, deren Expansivkraft und Dichtigkeit sehr verschieden sein kann und von der Temperatur des Wassers abhängt, mit welchem sie in Berührung steht. So z. B. besitzt der Dampf, der sich aus Wasser bei der Temperatur von 74° C. entwickelt, eine Expansivkraft, durch die er im Stande sein würde, mit einer Quecksilber-Säule von 9,72 Par. Zoll Höhe im Gleichgewicht zu stehen; und die Dichtigkeit ist von der Art, daß nahe 95 Kub. Fuß (Rheinl.) Dampf 1 Pfund Wasser enthalten; während bei 100° in 95 Kub. Dampf beinahe 3 Pfd. Wasser enthalten sind, und dieser Dampf einen Druck gleich dem einer Quecksilbersäule von 28 Par. Zoll ausübt.

Der Wichtigkeit des Gegenstandes wegen sind vielfältige Beobachtungen über den Zusammenhang zwischen Temperatur und Dichtigkeit des Dampfes angestellt, deren Resultate in den physikalischen Werken nachgesehen werden können, und nach denen man für jede Temperatur die Dichtigkeit und das spezifische Gewicht des Dampfes finden kann.

Da die Verdampfung des Wassers nur in Folge der Ausdehnsamkeit oder der Expansivkraft vor sich geht, welche er im gasförmigen Zustande annimmt, so leuchtet es ein, daß, wenn sich Wasser in einem Raume befindet, der bereits so viel Dampf enthält, wie er bei der obwaltenden Temperatur enthalten kann, dann ein Verdampfen des Wassers nicht eher möglich ist, als bis der vorhandene Dampf auf eine oder andere Weise beseitigt wird.

Gesetzt wir hätten in einem verschlossenen Gefäße Wasser von irgend einer Temperatur, z. B. von 50°, die Luft in dem Gefäße hätte dieselbe Temperatur, und wäre mit Dampf gesättigt, d. h. in ihren Poren, oder in den Zwischenräumen zwischen ihren Atomen befände sich Wasserdampf von der Dichtigkeit und dem spezifischen Gewichte, wie es der Temperatur von 50° entspricht, so würde kein neuer Dampf mehr entstehen können, weil sonst die Dichtigkeit größer werden würde, als die Temperatur gestattete. Öffnen wir aber nun das Gefäß, und lassen etwas Dampf heraus, oder beseitigen wir einen Theil desselben durch Verdichtung in einem andern Gefäße, so entwickelt sich sofort eine entsprechende Menge frischer Dampf aus dem Wasser.

Der Druck der Luft und anderer fremder Dämpfe auf die Oberfläche des Wassers hindert die Verdunstung nicht, sondern verzögert sie nur. Die Erfahrung hat gezeigt, daß ein mit Luft oder anderen Gas- oder Dampfarten gefüllter Raum sich gegen die Verdampfung des Wassers eben so verhält, als wäre er ein luftleerer Raum, mit der alleinigen Beschränkung, daß in einem solchen lufterfüllten Raume die Verdampfung langsamer von Statten geht, daß aber zuletzt in beiden Fällen genau gleich viel Wasserdampf entsteht. Dr. Dalton, dem man vorzugsweise die Entwicklung dieser merkwürdigen Thatsache verdankt, erklärt sie durch die Annahme, daß zwischen den Atomen eines gasförmigen Körpers sich

Digitized by Google

die Atome eines andern gleichsam einschieben, und in eben so großer Menge ansammeln können, als wäre der Raum ganz leer, nur mit dem Unterschiede, daß dieses Einschieben nicht ohne eine Art Reibung vor sich geht, daher die Verlangsamung. Befindet sich dagegen in dem Raume, statt der Luft oder des fremden Gases oder Dampfes, schon Wasserdampf von der, der Temperatur angemessenen Dichtigkeit, zwischen dessen Atomen zwar allerdings eben so gut Zwischenräume sind, in welche der neue Wasserdampf eindringen könnte, so geschieht dieß dennoch nicht, wegen der Abstoßung, die unter den gleichartigen Atomen (nicht unter ungleichartigen) herrscht.

Aus diesem Grunde wird die Verdunstung des Wassers an der Luft sehr befördert, wenn man die mit Dampf gefüllten Luftschichten zunächst der verdampfenden Flüssigkeit, durch einen Ventilator, durch den Zug eines Schornsteines oder andern Mittels fortschafft.

Beim Kochen treten andere Verhältnisse ein; hier hat der gebildete Wasserdampf eine solche Spannkraft, daß er den ganzen atmosphärischen Druck überwiegt, und, ohne genöthigt zu sein, langsam zwischen ihre Atome einzukriechen, die ganze Luft zur Seite schiebt, und sich selbstständig Raum macht.

Die Mengen von Wasser, die in gleichen Zeiten und unter übrigens gleichen Umständen, aber bei verschiedener Temperatur verdunsten, stehen in geradem Verhältniß mit der Spannkraft des Wasserdampfes bei diesen Temperaturen. Ein kupfernes Gefäß, worin Wasser gekocht wird, und welches mit einer Fläche von 1 rheinländ. Quadratfuß einem mäßig starken Feuer ausgesetzt ist, verdampft in 1 Minute ungefähr 930 Gran oder 3⅞ Loth preußisch. Die Expansivkraft des Dampfes ist bei dieser Temperatur = 28 Par. Zoll. Bei Temperaturen unter der Siedhitze, wo die Dampfbildung nicht an der Kesselfläche, sondern nur auf der Oberfläche der Flüssigkeit selbst Statt finden kann, kommt diese letztere statt der geheizten Kesselfläche in Berechnung. Um nun z. B. die Menge von Wasser zu finden, welche von 1 Quadratfuß Oberfläche, bei der Temperatur von 30° C. in 1 Minute verdampfen würde, hat man — da bei 30° C. die Spannkraft des Dampfes gleich dem Drucke einer Queckſilbersäule von 1.096 Par. Zoll Höhe ist — folgende Proportion:

$$28 : 1.096 = 930 : x,$$

woraus sich $x = 36.4$, also nahe $= 36\frac{1}{2}$ Gran findet.

Wenn die Luft bereits etwas Wasserdampf enthält, wie es gemeiniglich der Fall ist, so ist die Größe der Verdampfung proportional der Differenz zwischen der Spannkraft dieses Dampfes und der Spannkraft desjenigen, welcher aus dem Wasser entwickelt wird. Angenommen, die Luft sei in dem hygrometrischen Zustande, welcher durch 0.36 Zoll Queckſilberhöhe ausgedrückt wird; so hat man:

$$28 : 1.096 — 0.36 = 930 : x$$

oder

$$28 : 0.736 = 930 : x,$$

woraus man $x = 24.4$ findet; d. h. es verdampft unter diesen Umständen nicht mehr als nahe $24\frac{1}{2}$ Gran Wasser in 1 Minute.

Der Druck des in der Atmosphäre enthaltenen Dampfes läßt sich unter Andern schon durch das alte von Le Roi beschriebene Experiment auffinden, welches darin besteht, daß man eine Glasflasche mit kaltem Brunnenwasser in die zu untersuchende Luft bringt, so daß sie bethauet oder beschlägt, nun die Flasche stehen und warm werden läßt, und in dem Augenblicke, wo der Thau von ihrer Oberfläche wieder verschwindet, die Temperatur der Flasche bestimmt. Diese Temperatur ist der sogenannte Thaupunkt und entspricht der Expansivkraft des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes. (M. s. im Artikel Dampf die Tabelle.)

Wenn die Temperatur des Wassers so groß ist, daß der Dampfdruck den Druck der Atmosphäre überwiegt, so findet die Verdampfung nicht bloß auf der Oberfläche, sondern auch im Innern der Flüssigkeit, und insbesondere am Boden des Gefäßes Statt, wo die Wärme zunächst ein-

Digitized by Google

zuwirken pflegt. Es bilden sich hier Dampfblasen in Menge, die in Folge ihrer Leichtigkeit in der Flüssigkeit in die Höhe steigen, und so die sprudelnde Bewegung veranlassen, die man beim Sieden bemerkt. Unter den gewöhnlichen Verhältnissen findet diese Erscheinung erst bei der Temperatur von 100° Statt, doch kann sie auch bei viel niedrigeren Wärmegraden eintreten, wenn der äußere Druck durch eine Luftpumpe oder durch andere Mittel aufgehoben oder vermindert wird.

Das Kochen trägt in hohem Grade dazu bei, die Verdampfung einer Flüssigkeit zu befördern, weil hier die Dampfbildung nicht nur an der Oberfläche, sondern in der ganzen Masse derselben vor sich gehen kann, und weil der Dampf hinlängliche Spannkraft besitzt, die Luft zur Seite zu schieben, daher der Feuchtigkeitszustand der äußeren Luft dabei wenig in Betracht kommt.

Jeder Dampf, er mag bei hoher oder niederer Temperatur gebildet sein, enthält eine beträchtliche Menge Wärmestoff im gebundenen Zustande, daher die Verdampfung nur dann rasch von Statten geht, wenn fortwährend die zur Dampfbildung verbrauchte Wärme durch neu zugeleitete Wärme ersetzt wird. Um irgend eine Portion kochendes Wasser in Dampf zu verwandeln, ist 5½mal so viel Wärme nöthig, als erfordert wird, eine gleiche Menge eiskaltes Wasser bis zum Kochpunkt zu erhitzen. Der Wärmestoff, der sich mit dem Wasser zu Dampf vereinigt, geht hiebei in einen chemisch gebundenen Zustand über, und verliert, so lange er in diesem gebundenen, latenten Zustande ist, seine freie Wirkung als Wärme, daher der Dampf von kochendem Wasser, ungeachtet der in ihm enthaltenen großen Wärmemenge, dennoch nicht im Geringsten heißer ist, als das kochende Wasser, aus dem er sich entwickelte. Daher die Unterscheidung von latenter und von freier, oder fühlbarer Wärme, welche letztere sich durch Einwirkung auf das Gefühl und das Thermometer charakterisirt.

Die zum Verdampfen von Wasser nöthige Wärmemenge, die also dabei in den latenten Zustand übergeht, beträgt 550° C, d. h. sie würde eine gleiche Menge Wasser um 550°, oder auch eine 550mal größere Wassermenge um Einen Grad erwärmen können. Wenn man in einem hinlänglich starken, fest verschlossenen Gefäße eine Portion Wasser so stark erhitzen konnte, daß sie die zu ihrer Verdampfung nöthige Menge Wärme im freien Zustande enthielte, also auf 650°, und man öffnete nun plötzlich das Gefäß, so würde sich augenblicklich die ganze Wassermenge in Dampf von 100° verwandeln, und das Gefäß leer zurücklassen.

Wenn dagegen Wasserdampf durch Berührung mit kalten Körpern, oder auf sonst einem Wege zu flüssigem Wasser verdichtet wird, so scheidet sich die in ihm enthaltene latente Wärme wieder aus, und geht dabei in den gewöhnlichen fühlbaren Zustand zurück. Gesetzt, man leitete 1 Pfund, aus kochendem Wasser entwickelten Wasserdampf in kaltes Wasser, so würde dieses Wasser, selbst wenn es 5½ Pfund betrüge, dadurch bis zum Kochpunkte erhitzt werden, denn 1 Pfund Dampf gibt bei seiner Verdichtung die 550° latente Wärme aus, die er enthält, und diese Menge ist im Stande, 1 Pfund Wasser um 550°, oder 5½ Pfund Wasser um 100°, also bis zum Siedepunkt zu erhitzen.

Oder, wenn man Wasser in einem Kessel hätte, und man brauchte 1 Stunde dazu, um dieses Wasser vom eiskalten Zustande zum Kochpunkt zu erhitzen, so würden fernere 5½ Stunden nöthig sein, um dieses Wasser zu verdampfen, vorausgesetzt, daß der Wärmezufluß durch das Feuer sich unverändert gleich bliebe.

Gleiche Gewichtmengen Dampf von verschiedener Temperatur enthalten gleiche Mengen Wärme, d. h. latente und freie Wärme zusammengenommen. Wenn z. B. 1 Pfund Wasser bei 25° C. verdunstet, so enthält das hieraus gebildete Pfund Wasserdampf genau soviel Wärme, als wenn es aus kochendem Wasser entstanden wäre. Das letztere Pfund Dampf (preuß. Gewicht) mit einer Spannkraft von 28 Par. Zoll nimmt

Digitized by Google

einen Raum von nahe 25¾ Kubikfuß (rheinländisch)*), das erstere, dessen Spannkraft 0.80 Zoll betragen würde, einen Raum von 714 Kubikfuß ein.

Wenn man nun diese 714 Kubikfuß Dampf in einen Raum von 25¾ Kubikfuß zusammendrückt, so entsteht eine Temperatur von 100°. (Alle Gasarten erhitzen sich beim Zusammenpressen, so namentlich auch die atmosphärische Luft, die, wenn man sie in einem zylindrischen Gefäße mittelst eines Kolbens plötzlich und stark zusammendrückt, sich eben durch diese Verdichtung in dem Grade erhitzt, daß Zunder darin Feuer fängt).

Dieser vorhin erwähnte Versuch, wo wir die 714 Kubikfuß kühleren Dampfes zusammenpressen, und wo es sich ergibt, daß der erstere, ohne äußern Wärmezufluß die Temperatur des letzteren annimmt, zeigt also, daß in beiden Portionen auch dieselbe absolute Wärmemenge enthalten sein müsse, welche nach dem, was oben vorgekommen, 650° beträgt, nämlich 100° freie + 550° latente Wärme.

In dem siedend heißen Dampf sind 100° freie, also 650 — 100 = 550° latente Wärme, in dem anderen Dampfe von 25° sind im Ganzen dieselben 650° Wärme; die freie Wärme beträgt hier jedoch nur 25°, mithin die latente Wärme 650 — 25 = 625°. Es geht hieraus hervor, daß die Menge der latenten Wärme im Dampfe bei niederen Temperaturen größer ist, als bei höheren; in unserm Beispiel wie 625 : 550**); eine Vermuthung, die schon vor langer Zeit von Joseph Black und James Watt bei Versuchen über Destillation und über Dampfmaschinen aufgestellt wurde.

Nach den im Vorhergehenden angestellten theoretischen Betrachtungen können wir zwei Haupt-Methoden, die Verdunstung von Flüssigkeiten zu veranlassen, unterscheiden, nämlich die Verdampfung beim gewöhnlichen Luftdrucke und die Verdampfung in mehr oder weniger luftverdünntem Raume. Im ersteren Falle, welcher am allgemeinsten Anwendung findet, kann die Flüssigkeit in ihrem Gefäße entweder direkt durch das Feuer erhitzt werden, oder indirekt mittelst einer anderen heißen Flüssigkeit, welche als Übertragungsmittel der Wärme dient (Dampf, Wasser, Oel ꝛc.). In gewissen Fällen begnügt man sich mit der oberflächlichen Verdunstung, welche durch Berührung der abzudampfenden Flüssigkeit mit der Luft hervorgebracht wird, und dabei wird die Luft entweder mit ihrer natürlichen Temperatur oder künstlich erwärmt angewendet.

Es wird ziemlich allgemein behauptet, daß die mehr oder weniger bedeutende Metalldicke eines Kessels von großem Einfluß auf die Schnelligkeit ist, mit welcher die auf die Außenseite wirkende Hitze sich der Flüssigkeit mittheilt. Ure berichtet über einen vor längerer Zeit von ihm vorgenommenen Versuch, den er mit zwei zylindrischen flachen Kupferkesseln, von übrigens ganz gleichen Dimensionen, jedoch sehr verschiedener Metalldicke, ausgeführt habe. Beide wurden mit gleichviel Wasser gefüllt und neben einander auf eine heiße Eisenplatte gestellt, oder bis zu einer gewissen Tiefe in eine heiße Lösung von Chlorkalzium gebracht. Ungeachtet nun das Kupfer des einen Kessels 12mal dicker war, als das

*) Anmerkung. 1 preuß. Pfd. Wasser füllt einen Raum von 26.18 rheinländ. Kubikzoll aus. Da nun nach genauen Beobachtungen 1 Kubikzoll Wasser 1696 Kubikzoll Dampf von 100° gibt, so wird 1 Pfd. Wasser 44400 Kubikzoll, oder nahe 25¾ Kubikfuß Dampf liefern. Die Dichtigkeit des Dampfes steht nicht genau im Verhältnisse seiner Elastizität oder Spannkraft, sondern wächst bei steigender Temperatur langsamer als die Elastizität. So ist, im vorliegenden Beispiele, der Dampf von 100°, verglichen mit jenem von 25°, zwar 35mal so elastisch $\left(\frac{28}{0.8} = 35\right)$, aber 27⅓mal so dicht $\left(\frac{714}{25\frac{3}{4}} = 27.8\right)$.

**) Wir haben diese Auseinandersetzung in dem Sinne Ure's wiedergegeben, ohne darum den noch problematischen Satz, daß gleiche Mengen Dampf gleiche Mengen Wärmestoff enthalten, als erwiesen anzuerkennen.

Digitized by Google

des anderen, so kochte dennoch die Flüssigkeit in dem dickeren Kessel weit lebhafter, als in dem dünneren, wovon der Grund darin zu liegen schien, daß von unten her durch die starken Seitenwände ein Antheil Wärme der Flüssigkeit seitwärts zugeführt wurde, was bei dem Kessel mit dünnen Wänden nicht in dem Maße geschehen mochte.

Wenn man den Boden und die Seitenwände eines Kessels, den man durch Eintauchen in eine heiße Flüssigkeit, als Kalilauge oder Chlorkalziumlösung erhitzen will, auf solche Weise mit Runzeln, Furchen oder Unebenheiten versieht, daß die metallische Oberfläche noch einmal so groß ist, als sie ohne diesen Umstand sein würde, so wird in einer gegebenen Zeit in diesem Kessel auch noch einmal soviel Wasser verdampfen, als in einem eben so großen Kessel mit glattem Boden und Seitenwänden. Bilden die Unebenheiten eine dreifach große Metallfläche, so ist auch die Verdunstung dreifach.

Wenn man dagegen denselben Kessel über Feuer setzt, oder in einen Ofen einmauert, so daß die heiße Feuerluft die Runzeln am Boden und an den Seitenwänden bestreicht, so wird nicht mehr Wasser verdampft, als in einem eben so großen Kessel mit glatter Oberfläche; eine interessante Beobachtung, die Ure bei vielfachen Versuchen mit verschiedenartig gestalteten Kesseln bestätigt gefunden haben will. So ließ er unter Anderen einen zinnernen, 10 Zoll im Durchmesser haltenden, 6 Zoll hohen zylindrischen Kessel mit einer vertikalen Scheidewand in der Mitte versehen und dadurch in zwei getrennte gleiche halbzylindrische Theile theilen. Der Boden der einen Hälfte wurde geradflächig gearbeitet, der der andern dagegen runzlich gebogen. Ueber freiem Feuer entwickelte sich in beiden gleichviel Wasserdampf, tauchte man den Kessel dagegen in heiße Chlorkaliumlösung, so war die Verdampfung in der runzlichten Hälfte weit lebhafter. Wenn ein ganz flacher Kessel, oder eine Pfanne von beträchtlich großer Oberfläche durch Feuer oder eine heiße Flüssigkeit, oder auch durch Dampfröhren auf dem Boden geheizt wird, so gibt er, wenn man ihn ganz offen läßt, in einer bestimmten Zeit weniger Dampf, als wenn er theilweise bedeckt wird. Die Ursache liegt wohl hauptsächlich darin, daß die kalte auf der Flüssigkeit ruhende Luft einen Theil des Dampfes verdichtet und niederschlägt, der so der Verdunstung entgeht. Beim Verdampfen durch mit Dampf geheizte Oberflächen liefert, wie die Erfahrung lehrt, eine Fläche von 10 Quadratfuß pr. Minute 1 Pfund Dampf; so wie dieß auch über freiem Feuer der Fall ist*). Setzt man habe einen Kessel von 5 Fuß Länge, 4 Fuß Breite und 2 Fuß Tiefe, und es befänden sich nahe über dem Boden 8 Dampfröhren, die unter einander in Verbindung ständen, und deren jede 4 Zoll Durchmesser und 5 Zoll Länge, also 5 Quadratfuß Oberfläche hätte; durch diese Gesammtfläche von $5 \times 8 = 40$ Quadratfuß würden also 4 Pfund Wasser in der Minute verdampft werden. Der Dampfkessel, der den für die Röhren nöthigen Dampf erzeugte, müßte also auch 40 Quadratfuß dem Feuer darbieten.

Die Erfahrung hat nun gelehrt, daß 10 Quadratfuß dünnes Kupfer 3 Pfund Dampf in der Minute zu kondensiren vermögen, wenn zwischen den Temperaturen an beiden Seiten des Kupfers eine Differenz von 50° C. Statt findet. Nach der oben angeführten Erfahrung, wonach 10 Quadratfuß Fläche 1 Pfund Wasser pr. Minute verdunsten, und das verdunstende Wasser 100° heiß ist, wird also die Temperatur-Differenz zu beiden Seiten der Gefäßwand (nach der Proportion $3 : 1 = 50 : 16\frac{2}{3}$)

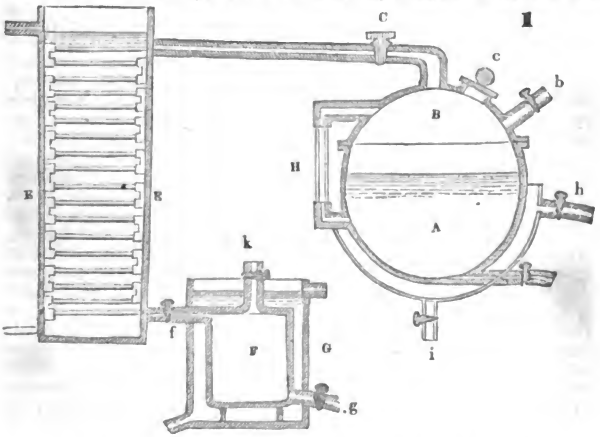
*) Anmerkung. 10 Quadratfuß Kesselfläche für 1 Pfd. Dampf in der Minute werden, als eine runde Zahl, gewöhnlich angenommen, und können als das Maximum angesehen werden, indem (nach preuß. Maß und Gewichte) 1 Pfd. Wasser schon durch 8 bis 9 — bei stärkerer Heizung auch durch weniger — Quadratfuß Kesselfläche in Dampf verwandelt wird.

Digitized by Google

16⅔° C. betragen. Wenn nun das Waſſer durch die Dampfröhren im Kochen, alſo auf 100° gehalten werden und pr. Minute auf 10 Quadratfuß 1 Pfund Dampf liefern ſoll, ſo muß der Dampf innerhalb der Röhren wenigſtens 100 + 16⅔ = 116⅔° heiß ſein, welches einem Druck von 48 Par. Zoll Queckſilberhöhe entſpricht. Wäre die Temperatur des Dampfes in den Röhren nur 108°, ſo betrüge die Differenz nur 8°, und man müßte, um denſelben Effekt zu erlangen, die Oberfläche der Dampfröhren doppelt ſo groß machen, wie vorhin.

Zur Erläuterung einiger Verdampfungsmethoden folgen hier die Beſchreibungen von mehreren dahin gehörigen Apparaten. Da die Verdampfung im luftleeren Raume in neuerer Zeit ſo wichtig geworden iſt, ſo fangen wir mit ihr an.

Fig. 1 kann das Prinzip dieſer Abdampfungsmethode erläutern. A bezeichnet hier den (kugelförmigen) Verdampfungskeſſel, der von unten durch Dampf geheizt wird, und deſſen untere Hälfte zu dem Ende mit einem Mantel umgeben iſt, in welchen durch die Röhre h Dampf aus einem Dampfkeſſel geleitet wird. Die mit einem Hahn verſehene Röhre i dient dazu, das in dem Mantel verdichtete Waſſer von Zeit zu Zeit abzulaſſen. Der Verdampfungskeſſel A ſelbſt iſt mit mehreren Oeffnungen verſehen. Eine derſelben, von ziemlich großem Durchmeſſer, iſt durch eine aufgeſchraubte Platte c verſchloſſen und dient zum Reinigen des Keſſels, daher die Oeffnung groß genug ſein muß, um mit der Hand hindurch kommen zu können. Das mit einem Hahn verſehene Rohr b macht nach außen einen Bogen und endigt ſich mit dem abwärts gekehrten Ende in einen Behälter, worin die zu verdampfende Flüſſigkeit vorräthig gehalten wird, welche durch dieſes Rohr b bei Oeffnung des Hahnes in den Verdampfungskeſſel geſogen wird. Die Glasröhre H zeigt die Höhe der Flüſſigkeit in dem Keſſel an. Von dem oberen Ende des Keſſels geht die mit dem Hahne C verſehene Dampfröhre nach einem Kühlapparate E, während das untere Ende mit einer Röhre a zum Ablaſſen der von der Verdunſtung rückſtändigen Flüſſigkeit ausgeſtattet iſt. Der Kühlapparat E beſteht aus einem Syſtem mit einander verbundener dünner kupferner Röhren von etwa 1 Zoll Weite, oder auch aus einem gewöhnlichen Schlangenrohr, in welches der Dampf aus der oberen Dampfröhre einſtrömt. Das untere Ende des Kühlrohrs



steht durch ein kurzes, mit einem Hahn f versehenes Rohr mit dem Kondensator F in Verbindung, welcher ganz luftdicht verschlossen und in einem Behälter G angebracht ist. Die Röhre g dient zum Ablassen des in dem Kondensator angesammelten Wassers, die Röhre k dagegen steht mit dem Hauptdampfkessel, welcher auch die Heizung des Gefäßes A bewirkt, in Verbindung. Sämmtliche Theile dieses Apparates müssen absolut luftdicht schließen. Das Wesentliche bei der Sache liegt nun darin, den ganzen Apparat luftleer zu machen, zu welchem Ende man eine kurze Zeit lang Wasserdampf durch ihn hindurch treibt, welcher alle Luft mit fortnimmt, worauf man alle Oeffnungen schließt, und das Kühlfaß E. so wie den Behälter G mit kaltem Wasser füllt. Der Dampf verdichtet sich nun größtentheils zu Wasser und bewirkt so einen fast leeren Raum.

Bei der Arbeit geht man folgendermaßen zu Werke. Man öffnet zuerst die Hähne a, f, g und k; durch den letztern füllt sich der ganze Apparat mit Dampf, während die Luft aus den Röhren g und a entweicht. Während dieses Durchleitens von Dampf darf noch kein kaltes Wasser in dem Kühlfaß und dem Behälter G sein. Ist die Luft ausgetrieben, so schließt man die Hähne g, a und k, füllt E und G mit kaltem Wasser, und öffnet die Röhre b, bis sich der Kessel A so weit, wie man für nöthig hält, mit Flüssigkeit gefüllt hat; worauf man sie wieder schließt. Durch Einleiten von Dampf in den Mantel wird nun A erhitzt, und die Verdampfung, welche in dem leeren Raume bei sehr geringer Wärme vor sich geht, bewirkt. Die gebildeten Dämpfe gelangen in das Kühlrohr und den Kondensator, werden hier verdichtet, und sammeln sich als flüssiges Wasser in dem letzteren an.

Da nun aber kalte wässerige Flüssigkeiten, mithin auch die in das Gefäß A eingefüllte abzudampfende Flüssigkeit, fast immer eine gewisse Menge Luft enthalten, welche sie beim Erhitzen im luftleeren Raume wieder fahren lassen, so sieht man leicht ein, daß, zumal auch die vielen Hähne und übrigen Verbindungen selten so vollkommen luftdicht sind, wie vorausgesetzt wurde, sich nach und nach Luft in dem Apparate, besonders in dem Kondensator ansammeln wird. Es ist daher unerläßlich, von Zeit zu Zeit, selbst während der Operation, den Kondensator luftleer zu machen. Man schließt zu dem Ende den Hahn f, und öffnet die Hähne k und g, während man zugleich das Kühlwasser aus dem Behälter G abfließen läßt. Ist alles in dem Kondensator befindliche Wasser und die Luft herausgeschafft, so schließt man k und g, öffnet f, und läßt frisches Kühlwasser in G einlaufen, worauf die Operation mit erneuerter Kräftigkeit fortgeht.

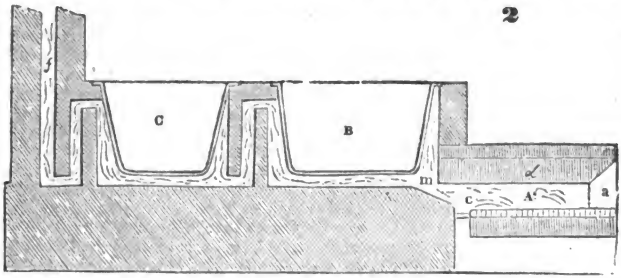
Daß dieser Apparat nach den speziellen Zwecken, wozu man ihn bestimmen möchte, z. B. zum Abdampfen und Konzentriren von Extrakten und anderen vegetabilischen Flüssigkeiten verschiedener Abänderungen fähig und bedürftig sein werde, ist klar. Das Gefäß A pflegt man innerlich zu verzinnen. Bei weitem die wichtigste Anwendung findet die Methode des Abdampfens im luftleeren Raume bei der Zuckerfabrikation, daher der Howard'sche Apparat in dem Artikel Zucker näher beschrieben und dort nachzusehen ist.

Wenn ein Kessel über einem freien Feuer angebracht wird, so muß er sich dem Rost nicht allzunahe befinden, weil durch den kalten Kesselboden die Flamme abgekühlt und so die lebhafte Verbrennung gehindert wird. Der nachtheilige Einfluß eines kalten Kesselbodens in zu großer Nähe des Rostes läßt sich sehr gut durch ein ganz einfaches Experiment darthun. Hält man nämlich ein kleines kupfernes oder porzellanenes Schälchen mit Wasser über eine Lichtflamme, so daß der Boden nahe über der Spitze der Flamme ist, ohne sie zu berühren, so kommt das Wasser bald zum lebhaften Kochen. Senkt man aber das Schälchen dann so weit herab, daß der Boden mitten in die Flamme kommt, so wird diese trübe und räuchrig, überzieht den Boden mit

Digitized by Google

einer Lage unverbrannter Kohle, Lampenruß, und entwickelt unter diesen Verhältnissen so geringe Hitze, daß das Wasser aus dem Kochen kommt.

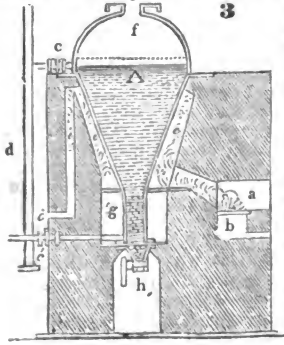
Fig. 2 ist ein vertikaler Durchschnitt eines mit zwei Kesseln versehenen



Abdampfapparates, der sich auf das Prinzip einer möglichst vollständigen Verbrennung des Brennmaterials gründet.

A ist der Heerd, auf welchem das Holz brennt und welcher bei a mit einer Thür zum Heizen versehen ist, durch welche auch die Luft einströmt. d ist ein aus feuerfesten Steinen gemauertes flaches Gewölbe; m der Fuchs; B und C die beiden eingemauerten Kessel, um welche die heiße Luft zirkulirt; f der Schornstein. Statt, wie in der Figur die beiden Kessel in einer Höhe anzubringen, ist es in den meisten Fällen zweckmäßiger, den Kessel C höher zu legen, wodurch einentheils der Zug des Ofens verstärkt, und anderntheils der Vortheil gewonnen wird, daß man die Flüssigkeit des Kessels C durch einen Hahn in den anderen, B, leiten kann, so daß die Flüssigkeit in C angewärmt und theilweise abgedampft, und nun in B gelassen wird, um hier, je nachdem der Zweck ist, zum Trocknen gebracht, oder bis zu einem beliebigen Punkte konzentrirt zu werden. e ist ein kleiner Rost, durch den die Holzasche in den Aschenfall gelangt, der bei b mit einer Schiebthüre versehen ist. Sollen in diesem Ofen Steinkohlen gebrannt werden, so muß statt des massiven Heerdes A ein Rost angebracht werden, durch den dann auch der ganze Zug hindurch geht. Der kleine Rost e fällt dann weg und die Thür a wird fest zugemacht; b aber geöffnet.

Das Abdampfen von Flüssigkeiten, aus welchen Salze auskrystallisiren und sich niederschlagen, ist mit dem Uebelstande verbunden, daß die auf dem Boden liegende Salzlage den freien Uebergang der Wärme aus dem Kesselboden in die Flüssigkeit hemmt, so daß nicht nur Wärme verloren geht, sondern auch das Metall leicht durch Ueberhitzung verbrennt.



Eine Einrichtung, bei welcher dieser Uebelstand vermieden wird, ist von Parkes zu Manchester angegeben worden, und in Fig. 3 dargestellt.

Der Kessel A hat, wie die Figur zeigt, eine birnförmige Gestalt, ist oben mit einer engen Oeffnung f versehen, an welche mittelst des umgekrämpten Randes erforderlichen Falles ein Dampfrohr angebracht werden kann, um die bei der Abdampfung erzeugten Dämpfe noch anderweitig benutzen zu können. Das untere Ende g des Kessels endigt sich in einen weiten Hahn h; a

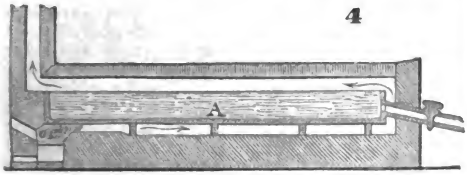
Digitized by Google

ist der Heizraum, b der Aschenfall, c der Zug, in welchem die heiße Luft um den Kessel spielt, um sodann durch den Kanal i in den Schornstein zu gelangen. Eine Röhre d, die durch zwei horizontale, mit Hähnen e und e' versehene Ansätze mit dem oberen und unteren Raume des Kessels kommunizirt, dient zum Speisen desselben mit abzudampfender Flüssigkeit, und steht oben mit einem Vorrathsbehälter in Verbindung. Während des Abdampfens läßt man den oberen Hahn e beständig ein wenig geöffnet, so daß in dem Maße, wie die Verdunstung fortschreitet, neue Flüssigkeit zufließt. Will man den in dem unteren Theile des Kessels angesammelten Bodensatz von Salzkrystallen ꝛc. ablassen, so läßt man erst durch den Hahn e' etwas kalte Flüssigkeit einströmen, um die kochende Bewegung zu stillen, schließt ihn dann wieder, öffnet den Hahn h, und läßt den Bodensatz in einen unterstehenden Behälter abfließen, worauf der Hahn h schnell geschlossen und mit der Operation fortgefahren wird.

Besonders in der Färberei zum Kochen und Abdampfen von Farbebrühen ist ein solcher Kessel zu empfehlen, weil es hier besonders wichtig ist, daß die vegetabilischen Bodensätze der Einwirkung des Feuers entzogen werden.

Fig. 4 ist eine Pfanne zum Abdampfen, bei welcher die Einrichtung getroffen ist, daß die heiße Feuerluft, nachdem sie den Weg unter dem Boden der Pfanne zurückgelegt hat, rückwärts noch wieder über die Oberfläche der Flüssigkeit hinströmt, um so die Verdampfung zu begünstigen. Die Pfanne A ist ein Rechteck, 10 bis 15 Fuß lang, 4 bis 6 Fuß breit, und 1 bis 1¼ Fuß tief. Die Steine, auf welchen die Pfanne ruht, sind so angeordnet, daß die Flamme gleichmäßig unter dem Boden derselben vertheilt wird.

4



Abkühlung (Refrigeration, cooling), von Flüssigkeiten, als Bierwürze u. a.

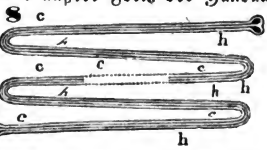
Nicht allein der Zeitersparung wegen, sondern auch, weil manche Flüssigkeiten, z. B. Bierwürze, wenn sie langsam an der Luft abgekühlt werden, nachtheilige Veränderungen erleiden, hat man vielfach auf Mittel gesonnen, das Abkühlen von Flüssigkeiten durch künstliche Vorrichtungen zu befördern, welche sämmtlich darauf hinauskommen, die heiße Flüssigkeit mit, durch kaltes Wasser gekühlten Metallflächen in Berührung zu bringen, wobei denn eine Hauptaufgabe darin besteht, mit möglichst wenig kaltem Wasser einen möglichst großen Effekt zu erlangen, d. h. möglichst viel Flüssigkeit in der kürzesten Zeit auf den gehörigen Grad abzukühlen.

Der Kühlapparat von Yandall, welcher im August 1826 patentirt wurde. Das Wesentliche dieses Apparates besteht darin, die heiße Flüssigkeit und das kalte Wasser in langen engen Kanälen mit dünnen Wänden in entgegengesetzter Richtung neben einander vorüberströmen zu lassen, wodurch der Vortheil bezweckt wird, daß, da das kalte Wasser an dem Ende des Kanals einfließt, aus welchem die Würze ausfließt, diese, während ihres Durchganges durch den Apparat, mit immer kälteren Wänden in Berührung kommt, und so ganz bis zur Temperatur des kalten Wassers abgekühlt wird, während das kalte Wasser mit immer heißeren Theilen der Würze zusammen kommt, so daß es bei seinem Austritte aus dem Apparat fast genau die Temperatur der einströmenden Würze annimmt. Während also die Würze heiß, das Wasser kalt in

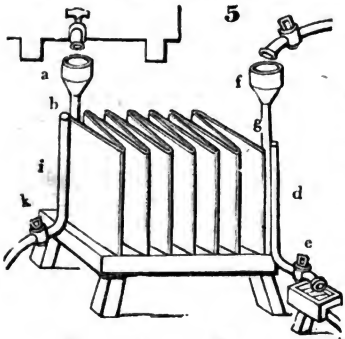
Digitized by Google

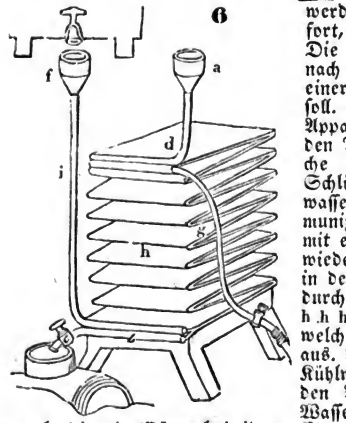
den Apparat eintritt, findet beim Ausfließen beider das entgegengesetzte Temperaturverhältniß Statt.

Die äußere Form des Yandallschen Apparates kann vielfältig abgeändert werden, der wesentliche Theil besteht jedoch bei allen Einrichtungen in einem zweifachen, durch drei parallele Kupferbleche gebildeten langen Kanal. Die Entfernung dieser Bleche von einander, also die Weite der Kanäle, beträgt $\frac{1}{8}$ bis höchstens $\frac{1}{4}$ Zoll, und wird durch zwischengelegte und festgelöthete Kupferstreifen bestimmt, welche zugleich den seitlichen Verschluß bilden. M. s. Fig. 8, in welcher die mittleren schwarzen Linien die beiden Kanäle vorstellen.



Die Figuren 5 und 6 geben Ansichten zweier verschiedener Apparate dieser Art; in welchen der Doppelkanal ein Zickzack beschreibt. Die Länge der Kanäle richtet sich zum Theil nach der Geschwindigkeit, mit welcher die Würze hindurchströmt, zum Theil nach der Weite der Kanäle. Beträgt diese nur $\frac{1}{8}$ Zoll, so reicht eine Gesammtlänge des Doppelkanales von 80 Fuß hin; sind dagegen die Kanäle $\frac{1}{4}$ Zoll weit, so ist zur vollständigen Kühlung eine Länge von 160 Fuß erforderlich, vorausgesetzt, daß in beiden Fällen die Flüssigkeiten durch einen einigermaßen beträchtlichen hydrostatischen Druck rasch durch den Apparat hindurch getrieben werden. Bewegen sie sich nur langsam fort, so genügt eine geringere Länge. Die Breite der Kanäle richtet sich nach der Menge von Würze, die in einer gegebenen Zeit gekühlt werden soll. Bei dem in Fig. 5 dargestellten Apparate tritt das kalte Wasser durch den Trichter a und die Röhre b, welche durch einen langen vertikalen Schlitz mit dem Innern des Kaltwasserkanales c c c (Fig. 8) kommunizirt, ein, und strömt durch die mit einem Hahn e versehene Röhre d wieder ab. Die Würze dagegen wird in den Trichter f eingelassen, gelangt durch die Röhre g in den Würzkanal h h h, und fließt durch die Röhre i, welche einen Hahn k besitzt, wieder aus. Läßt man also nun Würze und Kühlwasser in gleicher Menge durch den Apparat laufen, so fließt das Wasser fast genau mit der Temperatur ab, die die Würze bei ihrem Eintritte hatte, während die letztere fast genau bis zu der Temperatur des kalten Wassers abgekühlt den Apparat verläßt. Durch theilweises Zudrehen des Wasserhahnes e hat

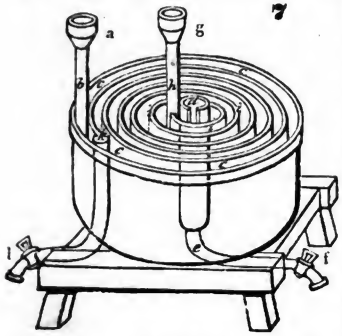




man es in seiner Gewalt, den Durchfluß des Wassers beliebig zu vermindern, so daß die andere Flüssigkeit noch warm abfließt, was mitunter, so namentlich bei der Würze, die nachher in Gährung versetzt werden muß, zweckmäßig sein kann.

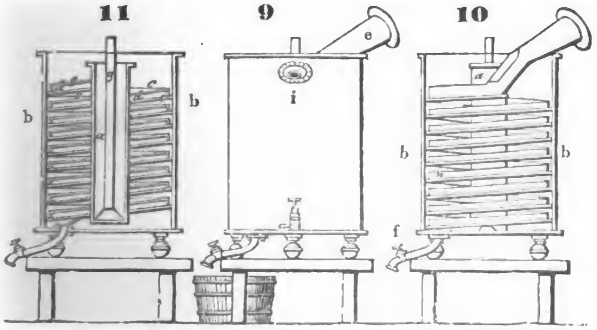
Eine etwas abgeänderte Einrichtung des Apparates zeigt Fig. 6. Durch den Trichter a und die Röhre d wird die Würze eingelassen, und fließt durch die Röhre b und den Hahn c ab, während das Wasser durch den Trichter f und die Röhre i ein-, und durch die Röhre g abläuft.

Eine ähnliche, jedoch etwas mehr abweichende Einrichtung hat der in Fig. 7 dargestellte Apparat. Dieser nämlich besteht aus einem spiralförmig gewundenen einfachen Kanale, durch welchen man entweder das Wasser oder die Würze fließen läßt, während der spiralförmige Zwischenraum zwischen den Windungen den zweiten Kanal abgibt, durch welchen man die zweite Flüssigkeit leitet. Läßt man z. B. das Wasser durch den Trichter g und die Röhre h einfließen, so gelangt es in den Kanal i, zirkulirt durch diesen, und läuft aus der, mit dem Hahn l versehenen Röhre k ab. Die Würze würde durch den Trichter a und die Röhre b einzulassen sein, wodurch sie in den Zwischenraum c, und durch diesen allmählig bis in den mittelsten Raum gelangte, der aus einem seitwärts aufgeschlitzten Zylinder besteht, und endlich durch die Röhre e und den Hahn k ausfloße.



Derselbe Apparat kann noch in so fern zweckmäßig abgeändert werden, daß man auch den Kanal i oben offen läßt; wodurch man den großen Vortheil erlangt, alle Theile des Apparates ohne Schwierigkeit reinigen zu können. Auf der anderen Seite aber haben solche offene Kanäle das Uebel, daß man die Flüssigkeiten keinem Drucke aussetzen darf, um sie rasch hindurch zu treiben, und daß sie daher sehr langsam wirken.

Ein anderer, eigentlich aber ganz auf demselben Prinzipe beruhender

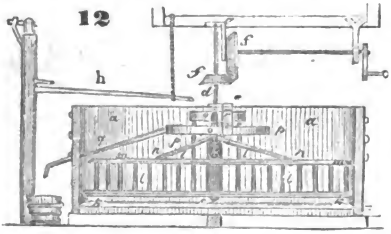


Apparat ist von Wheeler angegeben, von ihm Archimedischer Re-

frigerator genannt; und sowohl zum Abkühlen von Würze und Maische, als auch zum Verdichten von Dämpfen bei Destillationen bestimmt. Es ist ein schraubenförmig gewundener flacher Kanal, durch welchen die Würze fließt, während das Kühlwasser in entgegengesetzter Richtung sich in den Zwischenräumen der Schraubengänge fortbewegt.

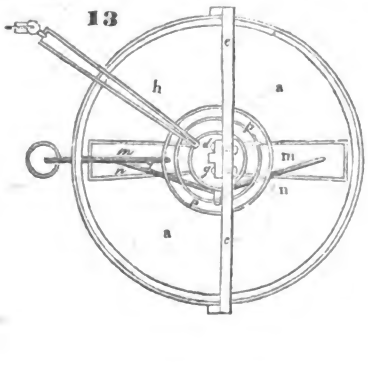
Fig. 9 gibt eine äußere Ansicht des ganzen Apparates, Fig. 10 eine äußere Ansicht des schraubenförmigen Kanals, Fig. 11 endlich ist ein senkrechter Durchschnitt des Ganzen. bb ist der zylindrische Mantel, in welchen, nach Art einer Archimedischen Schnecke, der schraubenförmige Gang dd genau einpaßt. Dieser schrauben- oder schneckenförmige, zum Durchleiten der Würze bestimmte Gang wird in folgender Art hergestellt. Man schneidet aus Kupferblech Scheiben von dem Durchmesser des Mantels mit einem runden Loch von dem Durchmesser des Zylinders a in der Mitte, schneidet sie an einer Seite in der Richtung des Radius auf und löthet oder nietet eine ganze Zahl solcher ringförmiger Scheiben mit den geraden, durch den letzten Schnitt entstandenen Rändern zusammen, wo sie dann ein Schraubengewinde bilden, welches in den Mantel und um den Zylinder genau passen muß. Hierauf wird eine zweite ähnliche schraubenförmige Fläche cc angefertigt, welche in der Nähe des äußeren Umfanges rechtwinkelig ausgebogen wird. Legt man nun die flache und die mit dem Rande versehene Schnecke aufeinander, und löthet sie in dieser Lage zusammen, und auf den mittleren Zylinder a, so entsteht der bezweckte schneckenförmige Gang, welcher in den Mantel b eingehoben, jedoch nicht darin befestigt wird. Die Schnecke steht mit dem weiten trichterförmigen Rohr e in Verbindung, durch welches die Würze eingeleitet wird, während sie durch den Hahn f unten abfließt. Zum Einführen des kalten Wassers dient das Rohr g, welches durch eine trichterförmige Erweiterung mit dem unteren Raume des Apparats kommunizirt. Das kalte Wasser gelangt so ganz unten in den Apparat und ist nun genöthigt, zwischen den Windungen des Kanals heraufzusteigen, bis es aus dem Loche i abfließt.

12



Zu den besseren Kühlapparaten gehört noch der Wagenmannsche, dessen Beschreibung diesen Artikel schließen mag; Fig. 12 und 13 (aus Schubarth's technischer Chemie entlehnt) stellen denselben vor.

13



Er besteht aus einem flügelartigen Systeme flacher Röhren, durch welches ein Strom kalten Wassers geleitet wird, und welches sich in dem mit Würze oder Maische gefüllten Bottiche dreht. Der Haupttheil des Ganzen, die Flügel m, m sind aus dünnem Kupferblech gearbeitet, und bestehen aus einem oberen und einem unteren Theile, welche durch eine bedeutende Anzahl dünner, aber breiter vertikaler Röhren, l, l, mit

Digitized by Google

einander in Verbindung stehen. Wegen der flachen Gestaltung der Flügel sowohl wie der Zwischenröhren, erleidet der Apparat beim Drehen in der Flüssigkeit keinen bedeutenden Widerstand.

Die Flügel nun sitzen an einer vertikalen Welle b, welche unten in einer Pfanne c, in der Mitte des Bodens, ruht, oben aber durch eine Büchse d geht, die an einem Balken ee festsitzt, der quer über den Bottig hinweggeht. Die Drehung des Ganzen wird auf irgend beliebige Art, z. B. wie aus der Figur ersichtlich, durch zwei konische Räder f, bewirkt. Zur Leitung des kalten Wassers durch die Flügel dient zuvörderst der niedrige und weite, oben offene, runde blecherne Einguß g, in welchen das Wasser durch eine Rinne h geleitet wird, worauf es durch die beiden vertikalen Röhren i, i in den untersten Theil der Flügel herabfließt, von hier aus durch die flachen Zwischenröhren in den oberen Theil des Flügels gelangt, von diesem durch die Röhren n, n aufsteigt und endlich aus dem Rohre o ausfließt. Da dieses Rohr mit dem Flügelapparate zusammen hängt, und sich also mit umdreht, so ist zum Auffangen des ausfließenden Wassers ein ringförmiger Behälter pp unter dem Balken ee so angebracht (und mittelst zweier Träger r befestigt), daß das aus der Mündung der Röhre o ausströmende Wasser in diesen Behälter fließt, und von ihm durch die Röhre q seitwärts abläuft.

Ein großer Vorzug dieses Wagenmannschen Apparates liegt darin, daß er nur äußerlich mit der Würze oder Maische in Berührung kommt, und sich daher äußerst leicht von allen auf das Metall abgesetzten Schleimtheilen und sonstigen Stoffen, die ein Sauerwerden und Verderben der Flüssigkeit einleiten könnten, reinigen läßt.

Abtreiben (coupellation, cupellation) wird das Verfahren genannt, den Feingehalt des legirten Goldes und Silbers durch Behandlung mit Blei in der Glühhitze, unter Luftzutritt, zu ermitteln (s. Probiren). Auf gleiche Weise wird im Großen durch die Treibarbeit das Silber von Kupfer gereinigt.

Acetometer. Ein Apparat zur Bestimmung der Stärke des Essigs. (M. s. den Artikel Essigsäure.)

Achat (agate, agate), ein, aus Kieselerde bestehendes Mineral, Abänderung des Quarzes, wird zu den Halbedelsteinen gerechnet (s. Edelsteine). Man schleift daraus Petschafte, Reibschalen für chemische Laboratorien u. dgl. m.

Alabaster (albâtre, alabaster). Natürlicher, sehr feinkörniger, oft selbst dichter Gyps, d. h. wasserhaltiger schwefelsaurer Kalk, von weißer, zuweilen röthlicher oder grauer Farbe.

Das Wort Alabaster wird jedoch im gemeinen Leben nicht immer streng mineralogisch genommen, und manches Gestein wird ganz mit Unrecht Alabaster genannt, wenn es nur weich und weiß ist; so namentlich gewisse Abänderungen von kohlensaurem Kalk, von denen im Artikel Kalkstein die Rede sein wird.

Der eigentliche Alabaster zeigt zwar auch kleine Unterschiede in der Härte, doch ist er unter allen, in größeren Massen vorkommenden Gesteinen eines der allerweichsten, und so weich, daß er sich schon recht gut mit dem Fingernagel ritzen läßt, eine Probe, durch die man gleich den fälschlich sogenannten Alabaster von dem wahren unterscheiden kann, da der erstere härter ist und dem Fingernagel widersteht.

Der Alabaster ist immer mehr oder weniger durchscheinend, wird aber schon bei einer Hitze, die den Siedepunkt des Wassers wenig übersteigt, durch Verlust des Krystallisationswassers undurchsichtig. Er braust nicht mit Säuren, und löst sich in denselben in höchst unbedeutender Menge auf. Eben so ist er im Wasser ein wenig auflöslich, daher Kunstwerke aus Alabaster nie im Freien aufgestellt und dem Regen und der feuchten Luft ausgesetzt werden dürfen.

Digitized by Google

Er ist im Allgemeinen sehr verbreitet, denn schwerlich möchte irgend ein Gypslager zu finden sein, in welchem nicht wenigstens theilweise, und besonders in den unteren Schichten auch dichter oder körniger Gyps vorkäme. Gewöhnlich ist er jedoch von unansehnlicher grauer, gelblicher oder röthlicher Farbe, oft auch geadert oder gebändert, dabei nur wenig durchscheinend; und nur an wenigen Orten kommt er in so schöner Beschaffenheit vor, daß er zu Skulpturen gebraucht werden kann. Der schönste Alabaster findet sich in Italien zu Volterra bei Florenz, von wo er in Menge, theils verarbeitet theils auch in rohen Blöcken, verschickt wird.

Die Bearbeitung des Alabasters bietet seiner Weichheit wegen geringe Schwierigkeit dar; und geschieht hauptsächlich mit Sägen, scharfen Eisen, Raspeln und Feilen. Meißel und Kloppel, die bei Bearbeitung härterer Steine vorzugsweise gebraucht werden, finden hier wenig Anwendung. Um der Oberfläche die nöthige Glätte zu geben, wird sie zuerst durch Uebergehen mit feinen Raspeln und Feilen bearbeitet, und dann mit Schabeisen beschabt, hierauf mit Schachtelhalm, und endlich mit weißgebranntem und pulverisirtem Hirschhorn, auch wohl mit Alabasterpulver, ja, wo es auf eine besonders schöne Glätte ankommt, mit fein pulverisirtem Perlmutter mittelst eines feuchten leinenen Läppchens gerieben.

Soll dagegen eine eigentliche Politur gegeben werden, so wird die mit Schachtelhalm und Alabasterpulver gehörig bearbeitete Fläche mit einem, aus venetianischer Seife, fein geschabter Kreide und etwas Wasser bereiteten Brei gerieben.

Alabaster soll sich auf die Art härten lassen, daß man ihn, nachdem er in einem warmen Ofen ganz ausgetrocknet, je nach der Größe des Blockes mehrere Stunden lang einer Hitze aussetzt, die der eines gewöhnlichen Backofens gleich kommt, und ihn dann einige Male auf kurze Zeit in Wasser eintaucht; nach dem hierauf folgenden Trocknen soll er eine Härte besitzen, die der des Marmors wenig nachgibt. Es scheinen jedoch noch Zweifel gegen diese Erfahrung obzuwalten, auch ist es wahrscheinlich, daß der Alabaster bei dieser Behandlung seine Durchscheinbarkeit, also eine wesentliche Bedingung zu seinem schönen Ansehen einbüßen wird.

Alaun. (Alun, alum.) Ein aus schwefelsaurer Thonerde und schwefelsaurem Kali oder Ammoniak bestehendes Doppelsalz, welches in großen, weißen, durchscheinenden, zum Theil selbst durchsichtigen oktaedrischen Krystallen vorkommt, und einen ausgezeichnet zusammenziehenden Geschmack besitzt.

Schon seit alten Zeiten ist in Rocca, früher Edessa, in Syrien, Alaun fabrizirt worden, daher der Namen alumen Roccae, alun de roche. Später breitete sich die Alaungewinnung weiter aus, so z. B. nach Foya Nova bei Smyrna, und in die Nachbarschaft von Konstantinopel, und bildete hier einen wichtigen Industriezweig. Der Alaun wurde von hier durch die Kaufleute in Genua und anderen italienischen Handelsplätzen zum Gebrauch für die Färber nach dem westlichen Europa verführt. Erst um die Mitte des fünfzehnten Jahrhunderts entstanden die Alaunwerke zu Tolfa, Viterbo und Volterra in Italien, seit welcher Zeit die Einfuhr des orientalischen Alauns, als dem Interesse seiner Lande zuwider, von dem Pabste verboten wurde. Im Anfange des sechszehnten Jahrhunderts wurden auch in Deutschland, etwas später in England, unter der Regierung von Elisabeth, Alaunwerke errichtet.

Die Alten scheinen den Alaun nicht im reinen, eisenfreien Zustande gekannt zu haben, denn Plinius führt bei Erwähnung des Federalauns oder einer ähnlichen Substanz an, daß er mit Granatensaft eine schwarze Farbe gebe, woraus man sieht, daß er nicht von Eisenvitriol gereinigt sein konnte. Die Stypteria des Dioscorides und das alumen des Plinius scheinen mehrerlei salzige Substanzen zu begreifen, welche

Digitized by Google

schwefelsaures Eisen und schwefelsaure Thonerde als Bestandtheile enthielten. Plinius gibt an, daß eine, im Griechischen Υγρα (wässerig) genannte, milchweiße Substanz gebraucht wurde, um Wolle mit hellen Farben zu färben, vielleicht daß dieß sogenannte Bergbutter war d. i. natürlicher faseriger Alaun, der im feuchten Zustande oft eine salben- oder butterartige Konsistenz hat.

In ganz Großbritanien sind gegenwärtig nur an zweien Orten Alaunwerke, nämlich zu Whitby in England und zu Hurlett und Campsie bei Glasgow in Schottland, wo der Alaun aus Alaunschiefer gewonnen wird. Es ist dieß ein mit kohlig-bituminösen Theilen und Schwefelkies durchdrungener Thonschiefer, von bläulich oder grünlich schwarzer Farbe, der zum Theil schon durch längeres Liegen an der Luft, besonders aber beim Brennen oder Rösten unter Entwicklung von starkem Schwefelgeruch einen tinteartig zusammenziehenden Geschmack annimmt.

Der in England und Deutschland fabrizirte Alaun ist fast ohne Ausnahme Kali-Alaun, d. h. schwefelsaures Thonerde-Kali; der französische dagegen nicht selten Ammoniak-Alaun.

So verschiedenartig auch die Methoden der Alaunfabrikation, wie wir weiterhin sehen werden, sein mögen, so spielt bei allen eine Eigenschaft des Alaunes eine so wichtige Rolle, daß wir sie im Voraus näher betrachten müssen. Es ist die Schwerlöslichkeit des Alaunes in kaltem Wasser. Während nämlich die schwefelsaure Thonerde im Wasser äußerst leichtlöslich ist, bildet sie mit mehreren anderen schwefelsauren Salzen, besonders mit schwefelsaurem Kali und schwefelsaurem Ammoniak so schwerlösliche Doppelsalze, daß, wenn man zu einer nicht gar zu schwachen Auflösung von schwefelsaurer Thonerde, eine Auflösung von einem der beiden so eben genannten Salze zusetzt, sofort ein feiner fast mehlartiger Niederschlag von Alaun erfolgt, der sich zu Boden setzt, während die übrigen etwa vorhandenen fremden Salze gelöst bleiben, und so ohne Schwierigkeit von dem Alaun geschieden werden können. Wäre der Alaun so leichtlöslich, wie die schwefelsaure Thonerde für sich allein, so wäre er gewiß lange Zeit unbekannt geblieben, und würde auch jetzt noch große Schwierigkeiten hinsichtlich seiner Reinigung darbieten.

Wir gehen nun zu den verschiedenen Arten der Alaungewinnung über, und machen mit derjenigen den Anfang, die theoretisch am einfachsten und natürlichsten ist.

I. Alaunbereitung mittelst Schwefelsäure.

Man bereitet durch Auflösen von Thon in Schwefelsäure, schwefelsaure Thonerde, und fügt dann schwefelsaures Ammoniak oder Kali hinzu. Der zu diesem Behuf bestimmte Thon muß möglichst rein, namentlich frei von Kalk und Eisen sein, und wird in kleinen Klumpen schwach geglüht, weil sonderbarer Weise schwach geglühter Thon von Säuren viel leichter aufgelöst wird, als Thon in seinem natürlichen hydratischen Zustande. Der geglühte Thon wird äußerst fein pulverisirt, mit Schwefelsäure in bestimmtem Verhältnisse zu einer dicken breiartigen Masse gemischt, diese zur Einleitung der Auflösung zuerst bis auf etwa 70° C erhitzt, und nachher an einem warmen Orte möglichst lange liegen gelassen. Hat sich die Schwefelsäure mit Thonerde größtentheils gesättigt so laugt man die Thonmasse mit Wasser aus, konzentrirt die Laugen, und fällt durch Zusatz von schwefelsaurem Kali oder Ammoniak, Alaunmehl, welches dann auf die, weiter unten vorkommende Art umkrystallisirt wird.

Bei dem gegenwärtig so sehr gesunkenen Preise der Schwefelsäure ist diese, jedenfalls sehr kompendiöse Methode der Alaungewinnung selbst mit ökonomischen Vortheil ausführbar, und wird in Frankreich bereits fabrikmäßig betrieben.

Digitized by Google

II. Alaunbereitung aus dem Alaunsteine.

Diese älteste Methode der Alaungewinnung ist zwar nur auf die wenigen Punkte beschränkt, an welchen das rohe Material der Alaunstein, vorkommt; sie liefert aber mit wenig Mühe und Kosten einen vorzüglich guten Alaun, der unter dem Namen des Römischen Alauns lange Zeit in großem Rufe stand, gegenwärtig jedoch, wenigstens in den nördlichen Ländern von Europa, wenig mehr im Handel vorkommt, auch nicht eben mehr gesucht wird, weil man dahin gekommen ist, auch den, auf anderen Wegen dargestellten Alaun eben so schön und eisenfrei zu liefern, wie es der Römische Alaun ist *).

Der Alaunstein findet sich an mehreren Punkten in Italien, besonders zu Tolfa bei Civita-Vecchia im Kirchenstaate, ferner zu Bereghszász und Muszág in Ungarn, zu Mont d' Or in der Auvergne und einigen anderen Orten. Er kommt im reinen Zustande krystallisirt vor, und ist daher als ein bestimmtes einfaches Mineral zu betrachten, welches nach einer Analyse von Cordier in 100 Theilen aus:

Schwefelsaurem Kali	18,	53
Schwefelsaurer Thonerde	38,	50
Thonerdehydrat	42,	97
	100,	00.

besteht, welches dem Verhältniß von 2 Atomen des ersteren, zu 2 At. des zweiten und 5 At. des letzteren entspricht. In diesem reinen Zustande kommt jedoch der Alaunstein nur in kleinen Partien vor, die Hauptmasse ist mit Kieselerde und Thonerdehydrat, wie es scheint mechanisch, verunreinigt.

Ungeachtet der Alaunstein alle Bestandtheile von fertig gebildetem Alaun enthält, so ist er doch (ohne Zweifel durch den Ueberschuß an Thonerdehydrat) im Wasser unauflöslich, und erst durch eine mäßige Glühung wird er theilweise löslich. Vermuthlich hat diese Erscheinung ihren Grund darin, daß eine chemische Verbindung von wasserfreiem Alaun und wasserfreier Thonerde nicht existiren kann, daher also beim Glühen des Alaunsteins, wo das Hydratwasser ausgetrieben wird, auch die, bei Gegenwart des Wassers mögliche Verbindung in ihre Bestandtheile, wasserfreien Alaun und Thonerde zerfällt, aus welchen dann der erstere durch Wasser ausgezogen werden kann. Das Glühen des Alaunsteines darf aber auch nicht zu weit getrieben werden, weil sonst der Alaun, wie dieß auch bei reinem Alaun der Fall ist, in einen verdichteten, fast unlöslichen Zustand übergeht, oder gar den größten Theil seiner Schwefelsäure verliert.

Das Brennen geschieht gewöhnlich auf ganz rohe Weise, indem man den Stein in ganzen Stücken mit Reisholz aufschichtet und dieses abbrennen läßt, oder auch in Oefen von der Einrichtung gewöhnlicher Kalköfen, welche mit Alaunstein gefüllt, und durch unten eingeworfenes Brennmaterial geheizt werden. Man ist hiebei genöthigt, um den Zug und die Ausbreitung der Wärme nicht zu unterbrechen, Stücke von ziemlicher Größe anzuwenden, welche, um gehörig gebrannt zu werden, äußerst leicht zuviel Hitze bekommen; daher denn ein guter Theil der gebrannten Masse der nachherigen Auslaugung entgeht.

Nach dem Brennen schüttet man die Steine auf große Haufen, feuchtet sie mit Wasser an, und läßt sie so, unter häufigem Befeuchten, über ½ Jahr liegen, während welcher Zeit sie sich größtentheils in eine schlammige Masse verwandeln, aus welcher dann durch mehrmaliges Auslaugen und Abdampfen krystallisirbarer Alaun gewonnen wird.

Der römische Alaun hat gewöhnlich eine blaßröthliche Farbe durch eine geringe Menge mechanisch eingemengten Eisenoxydes, welche

*) Man vergleiche jedoch, in Betreff einer Eigenthümlichkeit des römischen Alauns, den Artikel Beitzen.

Digitized by Google

jedoch bei seiner Auflösung im Wasser ungelöst zurückbleibt, und seiner Güte keinen Eintrag thut.

III. Alaungewinnung aus alaunhaltigen Laven.

Diese im Allgemeinen ziemlich unbedeutende Alaungewinnung findet nur auf der Solfatara bei Neapel Statt, und besteht darin, daß man theils den auf dem Erdboden auswitternden Alaun sammelt und durch Umkrystallisiren reinigt, theils auch die verwitterte Lava, welche den Boden der Solfatara bildet, auslaugt und die Laugen abdampft.

Der Prozeß, durch welchen hier unter unseren Augen eine fortwährende Alaunbildung bedingt wird, besteht unzweifelhaft in der Einwirkung von schwefelichtsaurem Gase und Wasserdämpfen auf die Thonerde und Kali haltende Lava.

Zwar gehört die schweflichte Säure ihren allgemeinen Charakteren nach zu den allerschwächsten Säuren, dennoch aber übt sie, wie die Erfahrung hinlänglich erweist, unter Mitwirkung von Wasserdampf, vielleicht auch von atmosphärischer Luft, selbst auf feste, besonders auf thonerdehaltige Gesteine sehr energische Wirkungen aus. Ob sich hiebei zuerst schwefelichtsaure Verbindungen erzeugen, die erst später in schwefelsaure Salze übergehen, oder aber vielleicht durch so genannte disponirende Verwandtschaft der vorhandenen Salzbase zur Schwefelsäure, die Oxydation der schwefelichten Säure im Augenblick ihres Zusammenkommens mit der Basis erfolgt, ist wohl noch nicht entschieden, doch hat die letztere Vermuthung die Wahrscheinlichkeit für sich, insofern dieser Prozeß selbst bei höheren Temperaturen erfolgt, bei welchen schwefelichtsaure Salze, besonders schwefelichtsaure Thonerde, nicht einmal existiren können.

Die den Boden der Solfatara bildende Lava ist der fortwährenden Einwirkung von schwefelichtsaurem Gase und Wasserdämpfen ausgesetzt, wird dadurch mehr und mehr zerfressen und aufgelockert und endlich in solchem Grade mit Alaun geschwängert, daß dieser auf der Oberfläche in Form eines weißen Mehles auswittert.

IV. Alaunbereitung aus Alaunschiefer, Alaunerde, Braunkohle u. dgl.

liefert bei weitem den größten Theil des im Handel vorkommenden Alauns. Die Hauptbedingung eines zu dieser Art von Alaunfabrikation brauchbaren Materials liegt a. in dem Gehalt an Thonerde, b. dem Gehalt an Schwefelkies, c. einer mehr oder weniger lockeren Beschaffenheit; außerdem ist es gut, wenn es mit möglichst viel kohlig bituminösen Theilen durchdrungen ist, weil dadurch die erforderliche Röstung sehr erleichtert wird.

Man bildet aus dem Alaunschiefer, auf einer etwas geneigten, aus Lehm geschlagenen Tenne einen haldenartigen Haufen, den man durch zwischengeschichtetes Reisholz entzündet. Je kohlehaltiger der Schiefer, um so leichter läßt sich die völlige Entzündung bewirken. Die Verbrennung oder Röstung geht nun allmählig von Statten, und dauert je nach der Größe des Haufens 4 bis 8 Wochen. Bei dieser Röstung wird der Schwefelkies zersetzt; die Hälfte des Schwefels verbrennt zu schwefelichter Säure, welche zwar zum Theil verloren geht, zum Theil aber auch, in der vorhin erörterten Art, auf die Thonerde des Schiefers einwirkt, und so schwefelsaure Thonerde erzeugt. Das Eisen des Schwefelkieses oxydirt sich gleichzeitig mit der zurückgebliebenen Hälfte Schwefel zu schwefelsaurem Eisenoxydul, welches bei fortdauernder Röstung sich theilweise hoher oxydirt, und in schwefelsaures Eisenoxyd übergeht; dieses Salz aber läßt (wie die Darstellung des Nordhäuser Vitriolöls beweist) leicht seine Säure fahren, die nun ebenfalls mit Thonerde zusammentritt. Die geröstete Masse enthält nun also außer dem rückständigen Schiefer, mehrere auflösliche Salze, besonders schwefelsaure Thonerde und schwefelsaures Eisenoxydul und

Digitized by Google

Oxyd, auch wohl etwas fertigen Alaun, indem theils aus der Asche des Holzes, theils auch wohl aus dem Gestein Kali aufgelöst wird.

Nicht immer ist jedoch ein eigentliches Brennen oder Rösten erforderlich; so ist namentlich die zu Freienwalde an der Oder vorkommende Alaunerde theils schon mit fertigem Alaun geschwängert, theils in solchem Grade zur Verwitterung geneigt, daß sich durch bloßes, freilich langes, Liegen an der Luft durch einen ähnlichen Oxydations-Prozeß eine Menge schwefelsaurer Thonerde erzeugt, die man nach beendeter Verwitterung auslaugt.

Die Größe der Halden richtet sich theils nach der Ausdehnung der Alaunwerke, theils nach sonstigen Oertlichkeiten. In Whitby z. B. werden diese Haufen wohl 200 Fuß im Quadrat und 90 bis 100 Fuß hoch gemacht.

Das Auslaugen geschieht am besten in Fässern oder Bottigen, deren mehrere zugleich in Arbeit genommen werden. Da es nämlich von Wichtigkeit ist, schon die erste Roblauge einigermaßen konzentrirt zu bekommen, so läßt man dasselbe Auslaugewasser successive über drei oder noch mehr Fässer laufen. Gesetzt man habe drei Bottige frisch gefüllt, die wir N° 1, 2 und 3 nennen wollen. Man läßt nun eine Portion reines Wasser auf N° 3, zapft die so erhaltene schwache Lauge ab und gibt sie auf N° 2; während auf N° 3 frisches Wasser kommt. Sind die so erhaltenen Laugen abgezapft, so bringt man die erste Lauge auf den Bottich 1, die zweite Lauge auf N° 2, und auf N° 3 abermals frisches Wasser. Sind diese Flüssigkeiten abgelaufen, so wird der Inhalt des Bottigs 3, der durch das dreimalige Aufgießen von frischem Wasser von allen auflöslichen Theilen erschöpft ist, beseitigt und der Bottig mit neuer Masse gefüllt. Auf diesen neugefüllten Bottig gießt man nun die vorhin aus N° 1 abgelaufene Lauge, während die von 2 abgeflossene auf den Bottig 1, auf 2 dagegen frisches Wasser gegeben wird. In dieser Art rückt man immer weiter fort, entleert nach jedesmaligem Ablaufen der Laugen den zuletzt mit reinem Wasser ausgelaugten Bottig, füllt ihn wieder, und laugt ihn mit der Lauge aus, die schon zwei Bottige passirt hat.

Durch dieses Verfahren, welches auch in sehr vielen anderen Fällen zum Auswaschen von Niederschlägen u. dgl. benutzt wird, hat man den Vortheil, daß der zu waschende Körper mit immer schwächerer Auflösung, endlich mit reinem Wasser ausgelaugt wird, während man zugleich die Lauge in jedem beliebigen Grade von Konzentration erhalten kann; wodurch sehr bedeutende Abdampfungskosten erspart werden.

Die Rohlauge wird nun durch Abdampfung konzentrirt, was in bleiernen, zum Theil auch in gemauerten steinernen Pfannen geschieht.

Die Bleipfannen des Alaunwerkes zu Whitby haben 10 Fuß Länge, 4 Fuß 9 Zoll Breite und an dem einen Ende 2 Fuß 2 Zoll, an dem anderen 2 Fuß 8 Zoll Tiefe. Der Boden gewinnt so etwas Fall nach der einen Seite zu, wodurch das Abziehen der Lauge mittelst eines Hebers erleichtert wird, und ruht auf einer Anzahl paralleler eiserner Stangen, die ganz nahe neben einander liegen, um das Senken des Bodens zu verhindern. Die Lauge wird in den Siedpfannen zum lebhaften Kochen gebracht und bis zu einem spez. Gew. von 1, 4 bis 1, 5 eingedampft. In der Pfanne setzt sich bei diesem Abdampfen allemal eine Quantität basisch schwefelsaures Eisenoxyd in Gestalt eines gelben Schlammes nieder, dessen Abscheidung man nach Beendigung des Abdampfens dadurch befördert, daß man die ganze Lauge mittelst eines Hebers aus der Pfanne in einen hölzernen Kühlkasten bringt, und hier ruhig abkühlen läßt, wobei sich die Lauge klärt. Sie kommt nun in die Pfanne zurück, um weiter abzudampfen, und noch einen Theil Schlamm abzusetzen; und endlich, wenn sie die erfahrungsmäßig zum Mehlmachen angemessene Konzentration erreicht hat, wieder in den Kühlkasten, wo sie sich klärt.

Digitized by Google

In diesem Zustande ist die Flüssigkeit, die hauptsächlich nur noch schwefelsaure Thonerde enthält, zum Alaunmachen bereit. Man bringt sie zu dem Ende in eigene Kästen, und setzt die erforderliche Menge von schwefelsaurem Kali oder Ammoniak zu. Zwar würde man durch eine chemische Analyse den Gehalt der Rohlauge an schwefelsaurer Thonerde ausmitteln, und danach die Menge von Kali oder Ammoniaksalz genau reguliren können; solche Analysen sind jedoch bei einem fabrikmäßigen Betriebe zu zeitraubend und umständlich, daher man sich zur Zeit noch in Ermangelung eines besseren Verfahrens damit begnügt, einen Probeversuch zu machen. Man nimmt eine bestimmte kleine Menge Rohlauge, und setzt ihr so lange eine konzentrirte Lösung von schwefelsaurem Kali zu, bis kein Alaunmehl mehr gefällt wird, und selbst nach dem Abkühlen der Flüssigkeit durch einige Tropfen Kalisalz kein Niederschlag mehr entsteht. Nach dem so ausgemittelten Verhältniß richtet man sich dann bei der Arbeit im Großen.

Statt des schwefelsauren Kali kann man, wenigstens theilweise, auch Chlorkalium anwenden, welches man in vielen Gegenden von den Seifensiedereien in Menge beziehen kann. Die gewöhnliche Natronseife nämlich wird an vielen Orten auf die Art gemacht, daß man eine mit Pottaschenlauge bereitete Kaliseife durch zugesetztes Kochsalz zersetzt, so daß Natronseife entsteht und Chlorkalium, welches in der sogenannten Unterlauge bleibt, und für den Seifensieder weiter keinen Nutzen hat. Diese, sonst werthlose, Unterlauge ist für den Alaunfabrikanten von großer Wichtigkeit. Man dampft sie bis zum Salzhäutchen ein, und braucht sie so zum Fällen von Alaunmehl. Besser, wenngleich etwas umständlicher ist es, diese Unterlauge ganz zur trocknen Masse einzudampfen, und zu kalziniren, um die oft nicht unbeträchtliche Menge organischer Materien zu zerstören, die sie enthält, und die, wenn nicht beseitigt, den Alaun sehr verunreinigen würde.

Die Möglichkeit, Chlorkalium zur Alaunfabrikation zu benutzen, beruht darauf, daß sowohl schwefelsaures Eisen, wie auch schwefelsaure Thonerde sich mit Chlorkalium zu Chloreisen oder Chloralumium und schwefelsaurem Kali zersetzen. Da nun die Rohlauge immer eine ziemliche Menge schwefelsaures Eisen enthält, so liefert dieses durch den Zusatz von Chlorkalium einen guten Theil des erforderlichen schwefelsauren Kali. Hiebei hat man sich jedoch wohl zu hüten, mit dem Zusatz des Chlorkaliums zu lange fortzufahren, indem sonst auch ein Theil der schwefelsauren Thonerde zersetzt und in Chloralumium umgewandelt werden, und für die Alaungewinnung verloren gehen würde.

Der auf die eine oder andere Art gebildete Alaun schlägt sich in Form sehr kleiner körniger Krystalle nieder und bildet so das Alaunmehl, dessen Menge beim Abkühlen der Flüssigkeit noch zunimmt. Hat sich dieses, übrigens noch ziemlich unreine Alaunmehl völlig zu Boden gesetzt, so zieht man die überstehende Mutterlauge davon ab, und läßt sie in einen großen Behälter fließen, um sie gelegentlich wieder einzudampfen, und die geringe Menge des in ihr noch enthaltenen Alauns zu gewinnen. Hat man jedoch die Fällung des Alaunmehles nicht mit Chlorkalium, sondern mit schwefelsaurem Kali bewirkt, so enthält die Mutterlauge viel Eisenvitriol, welchen man durch Eindampfen derselben und Krystallisiren gewinnen kann.

Das Alaunmehl wird nun auf einem flachen, etwas schräg geneigten Kasten mit reinem Wasser, das man langsam aufließen läßt, abgesüßt, um die anhängende Mutterlauge, so wie den beigemengten Eisenschlamm fortzuschaffen, und dann in einem bleiernen Kessel in möglichst wenig kochendem Wasser aufgelöst. Aus dieser Lösung läßt man hierauf den Alaun in den so genannten Wachsfässern (gewöhnlich hölzernen, zum Auseinandernehmen eingerichteten Kästen, oder auch aus Stäben zusammengesetzten Bottigen) krystallisiren.

Nach Verlauf von 8 bis 12 Tagen, je nach der äußern Temperatur

Digitized by Google

und der Größe der Wachsfässer, ist die Krystallisation beendigt; man gießt die Mutterlauge ab, schlägt das Faß auseinander, und nimmt den Alaun, der sich zum Theil als rindenförmiger Ueberzug an die innern Wände des Gefäßes, zum Theil an die zu diesem Zwecke in das Faß eingespreizten Holzstäbchen angesetzt hat, und gewöhnlich große, mehr oder weniger vollkommen ausgebildete Krystalle darstellt, heraus, trocknet und verpackt ihn.

Größtentheils wird der Alaun in diesem Zustande in den Handel gebracht, weil er für die meisten Zwecke rein genug ist. Für gewisse Anwendungen in der Färberei, besonders zur Herstellung sehr klarer lichter Farben, ist ein völlig eisenfreier Alaun erforderlich, wie er durch die erste Krystallisation nie zu erlangen ist. Man erkennt einen Eisengehalt im Alaun auf die Art, daß man eine Probe in reinem heißen Wasser auflöst, und einige Tropfen einer Lösung von Blutlaugensalz zusetzt, welche, je nach der geringeren oder größeren Menge des Eisens, entweder eine blaue Färbung der Flüssigkeit, oder selbst einen flockigen blauen Niederschlag zu Wege bringen.

Zur Herstellung von eisenfreiem Alaun reicht ein-, höchstens zweimaliges Umkrystallisiren hin. Man löst zu dem Ende den unreinen Alaun in soviel heißem Wasser, daß die Lösung ein spez. Gew. von 30° Baumé zeigt, und läßt sie langsam krystallisiren. Den so erhaltenen Alaun nennt man raffinirten Alaun.

Eigenschaften des Alauns. Der chemischen Zusammensetzung nach unterscheidet man, wie schon erwähnt, Kali- und Ammoniak-Alaun; welche beide in ihren äußern Eigenschaften so vollkommen übereinstimmen, daß es schlechterdings unmöglich ist, sie anders, als durch eine chemische Prüfung zu unterscheiden; auch sind beide hinsichtlich ihrer atomistischen Zusammensetzung ganz gleich, wie sich aus der folgenden Tabelle ergibt.

Kali-Alaun.		Ammoniak-Alaun.	
Schwefelsaures Kali . .	18, 38	Schwefels. Ammoniak .	12, 86
Schwefelsaure Thonerde	36, 15	Schwefels. Thonerde . .	38, 59
Wasser	45, 47	Wasser	48, 55
	100, 00		100, 00
oder nach Atomen:			
1 Atom schwefels. Kali =	1091, 09	1 At. schwefels. Amm. =	715, 65
1 „ „ Thonerde =	2145, 85	1 „ „ Thonerde =	2145, 85
24 „ Wasser . . =	2699, 52	24 „ Wasser . . . =	2699, 52
	5936, 46		5561, 02
oder nach den Bestandtheilen im Allgemeinen			
Thonerde	10, 82	Thonerde	11, 55
Kali	9, 94	Ammoniak	3, 85
Schwefelsäure	33, 77	Schwefelsäure	36, 05
Wasser	45, 47	Wasser	48, 55
	100, 00		100, 00

Der Alaun krystallisirt sehr leicht in großen, gut ausgebildeten Oktaëdern; kleine Krystalle sind dabei oft völlig durchsichtig und wasserklar, größere gewöhnlich nur durchscheinend. Viel seltener kommt er in Würfeln krystallisirt vor (so genannter kubischer Alaun), wie dieß besonders beim römischen Alaun mitunter der Fall sein soll. Im Kleinen kann man solche würfelförmige Alaunkrystalle erzeugen, wenn man eine mäßig starke Alaunauflösung so lange mit kohlensaurem Kali versetzt, bis ein bleibender Niederschlag zu entstehen anfängt, und die so neutralisirte Flüssigkeit in offenen Gefäßen zum langsamen Verdunsten hinstellt. Es bildet sich dann eine weiße blumenkohlartige Efflorescenz von basisch schwefelsaurer Thonerde, und zugleich eine Portion würfelförmiger Alaunkrystalle, die allmählig an Größe zunehmen; die jedoch

Digitized by Google

durch Auflösen in Wasser und Umkrystallisiren wieder oktaëdrische Krystalle geben.

Der Alaun besitzt einen ziemlich rein zusammenziehenden Geschmack, ist in kaltem Wasser schwer, in heißem ziemlich leicht löslich. 1 Theil Alaun verlangt zu seiner Lösung 14 Theile Wasser von 12° C; dagegen reicht bei 87½° schon 0,06 Wasser zur Lösung von 1 Alaun hin.

Beim Erhitzen zu 92° schmelzen die Krystalle in ihrem eigenen Krystallisationswasser, und bilden bei fortgesetztem Erhitzen eine äußerst stark aufgeblähete schaumige Masse, gebrannten Alaun, der sich, wenn nicht allzustarke Glühhitze gegeben wurde, nachher, wiewohl sehr langsam und schwer, in Wasser wieder auflösen läßt.

Alcarazzas, eine in Spanien gebräuchliche Art thönerner Gefäße, welche aus poröser Masse bestehen, und zur Abkühlung des Wassers gebraucht werden, weil sie letzteres durch ihre Poren auf die äußere Oberfläche durchdringen lassen, wo es rasch verdunstet, und dadurch das Gefäß sammt seinem Inhalte erkältet.

Aldehyd. (Wegen seiner Entstehung aus dem Alkohol durch Entziehung von Wasserstoff so genannt; alcohol dehydrogenatus.)

Ein wasserklares, sehr dünnflüssiges Liquidum, von erstickendem, beim Einathmen in größerer Menge leicht Brustkrampf bewirkenden, ätherartigen Geruch, und so großer Flüchtigkeit, daß es schon bei 21, 8° kocht. Spez. Gew. = 0, 79. Er ist sehr entzündlich, und brennt mit heller, nicht rußender Flamme; läßt sich mit Alkohol, Aether und Wasser in allen Verhältnissen mischen, wird jedoch aus der wässerigen Lösung durch Sättigung des Wassers mit leichtlöslichen Salzen, z. B. Chlorkalzium, insofern hiedurch die Dichtigkeit der Flüssigkeit vermehrt wird, ausgeschieden.

Er entsteht unter mehrfachen Umständen sowohl aus Alkohol als auch aus Aether; jedoch beständig zugleich mit anderen Verbindungen, von welchen er sich nicht so leicht trennen läßt. Die beste Methode, ihn im reinen Zustande darzustellen, besteht darin, daß man zuerst seine Verbindung mit Ammoniak, die in Form einer weißen krystallinischen Masse erscheint, bereitet, und aus dieser den Aldehyd durch Schwefelsäure abscheidet. Zu dem Ende unterwirft man eine Mischung von 2 Theilen 80prozentigem Weingeist, eben soviel Wasser, 3 Theilen Schwefelsäure und 3 Theilen Braunstein der Destillation, die so lange fortgesetzt wird, bis die übergehenden Dämpfe eine saure Beschaffenheit annehmen. Das Destillat wird hierauf zweimal über einem gleichen Gewicht gröblich zerkleinerten geschmolzenen Chlorkalziums abdestillirt, jedoch so, daß man jedesmal nur etwa die zuerst übergehende Hälfte auffängt. Das so erhaltene Destillat ist größtentheils Aldehyd, wird nun mit der doppelten Menge Aether gemischt, und mit trocknem Ammoniakgas, welches man unter beständiger Abkühlung der Flüssigkeit hineinleitet, gesättigt. Hiebei schlägt sich das Aldehydammoniak in Form von weißen Krystallen nieder, die man nach beendigter Operation mehrere Male mit Aether abwäscht, und an der Luft trocknet.

Um aus dieser Verbindung den Aldehyd abzuscheiden, löst man 2 Theile desselben in 3 Theilen Wasser, bringt die Lösung in eine Retorte, und setzt 3 Theile, vorher mit 5 Theilen Wasser verdünnter Schwefelsäure zu, und destillirt nun im Wasserbade etwa 1¼ Theile ab. Bei der so großen Flüchtigkeit des Aldehyds muß auf die Verdichtung der Dämpfe große Sorgfalt verwandt werden, indem sonst die Ausbeute sehr gering ausfällt. Das so erhaltene Destillat enthält jedoch noch etwas Wasser, wovon man es auf die Art reinigt, daß man es in einer Retorte mit zerkleintem Chlorkalzium erst einige Zeit in Berührung läßt, und dann bei mäßiger Wärme abdestillirt: das zuerst Uebergehende ist reiner Aldehyd.

Digitized by Google

Zusammensetzung des Aldehyds.

	Atome.	in 100 Theilen.
Kohlenstoff . . .	4 = 305, 748	55, 024
Wasserstoff . . .	8 = 49, 918	8, 983
Sauerstoff . . .	2 = 200, 000	35, 993
	555, 666	100, 000

Der Aldehyd zersetzt sich selbst in verschlossenen Gefäßen nach einiger Zeit. Besonders aber beim Sonnenlicht dem Zutritt des atmosphärischen Sauerstoffs ausgesetzt, eben so in Berührung mit Platinschwarz und atmosphärischer Luft, geht er in Essigsäure über, und spielt bei der Essigbereitung eine wichtige Rolle, wie in dem Artikel Essigsäure näher erörtert werden wird.

Ale, der gegohrene, mit Hopfen versetzte Aufguß des blassen Gerstenmalzes; kurz eine Sorte Bier (in England). M. s. den Artikel Bier.

Alizarin s. Krapp.

Alkalimeter, ein Apparat zur Bestimmung des reinen Alkaligehaltes in den käuflichen Pottasche- und Soda-Sorten. Die Einrichtung und der Gebrauch desselben stützt sich auf den Grundsatz, daß die Menge des anwesenden wirklichen reinen Alkali in geradem Verhältnisse steht mit der Menge Säure, welche zur Neutralisirung eines gegebenen Gewichtes der Pottasche oder Soda erfordert wird. M. s. Pottasche und Soda.

Alkanetwurzel, oder unechte Alkanna, die Wurzel einer Art Ochsenzunge (Anchusa tinctoria), welche vorzüglich um Montpellier angebaut wird. Sie ertheilt dem Weingeiste und den Oelen eine schöne, dem Wasser aber eine schmutzige rothe Farbe. Man bedient sich ihrer zum Färben der Käse und Pommaden. Die weingeistige Tinktur kann gebraucht werden, um weißem Marmor eine schöne dunkelrothe Farbe zu geben.

Alkanna (echte) ist der Name für die Wurzel und die Blätter der Lawsonia inermis, welche im Oriente lange zum Färben der Fingernägel, Zähne, Haare etc. angewendet wurde. Mit den zerriebenen, mit etwas Kalkwasser vermengten Blättern färbt man in Persien und der Türkei die Pferdeschweife.

Alkohol (alcool, alcohol). Die allgemein bekannte Flüssigkeit, welche durch Destillation aus dem Weine und anderen, der Weingährung unterworfenen, zuckerhaltigen vegetabilischen Säften und Aufgüssen abgeschieden werden kann, und die Ursache der berauschenden Wirkung der geistigen Getränke ist.

Ueber die Entstehungsart und die fabrikmäßige Gewinnung des Alkohols sehe man die Artikel Gährung und Branntweinbrennerei.

Bei der großen Schwierigkeit, diese Substanz im völlig reinen, wasserfreien Zustande darzustellen, hat man sie lange nur in ihrer Verbindung mit Wasser gekannt, und diesen Verbindungen je nach ihrem größeren oder geringeren Wassergehalte die Namen Branntwein, und Weingeist (spiritus vini, Spiritus) gegeben. Im Gegensatz zu diesen nennt man den Körper in wasserfreiem Zustande absoluten Alkohol, oder schlechtweg Alkohol.

Der Alkohol bildet eine vollkommen wasserklare, farblose, leichtbewegliche Flüssigkeit von dem bekannten angenehmen Geruche des Weingeistes, und von brennendem Geschmack. Sein spez. Gew. ist bei 15° = 0, 795. Er siedet unter dem gewöhnlichen Luftdrucke nach Gay-Lussac bei 78°, 4 C, ohne hiebei die geringste chemische Veränderung zu erleiden; gefriert oder erstarrt dagegen erst bei so außerordentlichen Kältegraden, daß man bis in die neuesten Zeiten an der Möglichkeit gezweifelt hat, ihn durch die, dem Chemiker zu Gebote stehenden Kältegrade, zum Gefrieren bringen zu können, und erst in der letzten Zeit scheint es dem Franzosen Thilorier gelungen zu sein, durch Verdunstung

Digitized by Google

der tropfbarflüssigen Kohlensäure eine zu seinem Erstarren hinreichende, nach Graden aber nicht wohl bestimmbare Kälte zu erregen.

Der Alkohol ist sehr leicht entzündlich, und brennt mit einer klaren, bläulichen, wenig leuchtenden Flamme, wobei er vollständig zu Kohlensäure und Wasser oxydirt wird. Genossen wirkt er als tödtliches Gift, wenn er gleich, mit Wasser verdünnt, sehr wohl in den Magen gebracht werden kann, und dann nur berauschende Wirkung äußert. Die tödtliche Wirkung des absoluten Alkohols beruht nicht allein auf dem Reize, den er auf das gesammte Nervensystem ausübt, sondern zum Theil auch darauf, daß er, in Folge seiner großen Anziehung zum Wasser, die feinen Magenhäute austrocknet, und daher zerstörend auf ihre Organisation einwirkt.

Er ist mit Wasser und Aether in allen Verhältnissen mischbar, und löst viele Substanzen, als Harze u. a. auf.

Zusammensetzung des Alkohols.

	Atome		in 100 Theilen.
Kohlenstoff	. . . 4 = 305, 75	. . . .	52, 65
Wasserstoff	. . . 12 = 74, 88	. . . .	12, 90
Sauerstoff	. . . 2 = 200, 00	. . . .	34, 45
	580, 63		100, 00

Die Darstellung von absolutem Alkohol ist, wie schon erwähnt, mit vielen Schwierigkeiten verknüpft; theils weil er die letzten Antheile Wasser sehr fest zurückhält, theils weil er bei Berührung mit der atmosphärischen Luft begierig Wasser anzieht. So leicht es ist, einen schwächern Weingeist durch einfache Destillation zu verstärken, so unmöglich ist es, ihm durch dieses Mittel alles Wasser zu entziehen.

Die Verstärkung des Weingeistes durch Destillation, wovon in dem Artikel Branntweinbrennerei ausführlich gehandelt wird, beruht auf seiner großen Flüchtigkeit, in Folge deren der Alkohol, wie oben angeführt, schon bei 78° kocht, daher aus einer kochenden Mischung von Alkohol und Wasser zuerst fast nur der Alkohol verdampft, während die später übergehenden Dämpfe immer wasserhaltiger werden, und zuletzt reines Wasser überdestillirt. Aber die Verwandtschaft des Alkohols zum Wasser ist so groß, daß schon die zuerst entwickelten Dämpfe eine gewisse Menge Wasser mit sich fortführen, und man auf diesem Wege selbst durch oft wiederholte Destillationen die Entwässerung nur bis zu dem Punkte treiben kann, daß das Destillat in 100 Theilen höchstens 90 bis 92 Theile Alkohol enthält.

In verschiedenen Graden der Verdünnung mit Wasser bekommt der Alkohol verschiedene Benennungen. Verbindungen von ungefähr gleichen Theilen Wasser und Alkohol bilden den gewöhnlichen Branntwein. Unterwirft man diesen einer abermaligen Destillation, die jedoch unterbrochen wird, wenn das Gesammt-Destillat etwa 60 bis 65 Prozent Alkohol enthält, so nennt man dasselbe spiritus vini rectificatus, oder gewöhnlich Weingeist. Durch nochmalige Destillation wird der spiritus vini rectificatissimus, oder höchst rektifizirte Weingeist gewonnen, der etwa 80 bis 85 Prozent enthält; im höchsten Grade der durch Destillation erreichbaren Verstärkung, also von etwa 90 bis 92 Prozent wird er wohl alkoholisirter Weingeist genannt.

Um die letzten 8 bis 10 Prozent Wasser zu beseitigen, müssen andere Mittel in Anwendung gebracht werden, welche im Allgemeinen darauf hinauskommen, den Weingeist mit wasserfreien Substanzen zu vermischen, die große Anziehung zum Wasser haben, und dieses, einmal aufgenommen, nicht leicht wieder fahren lassen; und nun den reinen Alkohol abzudestilliren.

Die wirksamsten Substanzen dieser Art sind Chlorkalzium und gebrannter Kalk. Das Chlorkalzium muß zur völligen Entwässerung glühend geschmolzen werden, worauf man es auf eine eiserne Platte ausgießt,

Digitized by Google

und nach dem Erkalten gröblich zerstößt. Von diesem Chlorkalzium und möglichst starkem Spiritus bringt man etwa gleiche Theile in eine Flasche, und läßt sie unter bisweiligem Umschütteln so lange stehen, bis sich alles Chlorkalzium zu einer fast syrupdicken Flüssigkeit aufgelöst hat, gibt diese nun in eine Retorte, und destillirt bei mäßiger Wärme, am besten im Wasserbade, etwa die Hälfte des Alkohols ab. Gewöhnlich ist der so erhaltene Alkohol noch nicht absolut wasserfrei, sondern muß derselben Operation noch einmal unterworfen werden. In dieser Beziehung ist gebrannter Kalk dem Chlorkalzium vorzuziehen, da er schon bei der ersten Destillation völlig absoluten Alkohol liefert. Man bringt zu dem Ende den in Stückchen zerschlagenen Kalk in eine Retorte, gibt so viel Weingeist von möglichster Stärke darauf, daß der Kalk eben davon bedeckt ist, und läßt das Ganze mehrere Stunden so stehen, während welcher sich der Kalk löscht und zerfällt. Endlich destillirt man den Alkohol im Wasserbade ab.

Wird Alkohol mit Wasser vermischt, so findet eine sehr merkliche Wärmeentwickelung, verbunden mit einer Verminderung des Volumens, Statt; so daß mithin wasserhaltiger Weingeist spezifisch schwerer ist, als er der Berechnung nach sein sollte. Aus diesem Umstande erklärt sich der bedeutende Unterschied in dem prozentischen Gehalte eines Weingeistes oder Branntweines, je nachdem wir die Prozente dem Gewichte oder dem Raume nach angeben, also der Unterschied zwischen den Graden des Richter'schen und Tralles'schen Aräometers, wovon weiter unten die Rede sein wird.

Die Eigenschaften des wasserhaltigen Alkohols sind denen des absoluten sehr ähnlich, so lange der Wassergehalt nicht eine gewisse Grenze übersteigt. Beträgt die Menge des Wassers nicht mehr als die Hälfte, so ist die Mischung, zumal wenn sie etwas erwärmt ist, noch entzündlich und brennbar, hört aber sehr bald zu brennen auf.

Da der Siedpunkt des Alkohols niedriger liegt, als der des Wassers, so ist auch der Siedpunkt einer Mischung von Alkohol und Wasser um so niedriger, je stärker der Alkoholgehalt, und in demselben Maße wird auch die Temperatur der aus einer siedenden Mischung dieser Art entwickelten Dämpfe niedriger liegen. Auf diesen Umstand gründet sich das gegenwärtig so allgemein eingeführte Verfahren, durch einmalige Destillation aus der gegohrenen Flüssigkeit sogleich starken Weingeist zu erzielen, wovon in dem Artikel Branntweinbrennerei ausführlicher die Rede sein wird. Man läßt nämlich die Dämpfe vor ihrer völligen Verdichtung durch eine Art Kühlvorrichtung gehen, welche durch warmes (nicht heißes) Wasser gekühlt wird. Hier schlägt sich der größte Theil der Wasserdämpfe nieder, und fließt in die Destillirblase zurück, während eine, der Temperatur der warmen Kühlvorrichtung entsprechende Mischung von Wasser und Alkoholdämpfen unverdichtet bleibt, und in den eigentlichen Kühlapparat übergeht, um hier zu Spiritus verdichtet zu werden.

Die folgende Tabelle enthält die Resultate der von Gröning angestellten Versuche über den Alkoholgehalt der Dämpfe, die aus verschiedenen Mischungen von Alkohol und Wasser bei ihren Siedepunkten entwickelt werden. (Der Alkoholgehalt ist in Prozenten der Volumina, also nach dem Tralles'schen Aräometer, für die Temperatur von 12½° R. oder 15⅛° C. angegeben.)

Digitized by Google

Temperatur der Flüssigkeit und der Dämpfe.	Alkoholgehalt der Dämpfe.	Alkoholgehalt der siedenden Flüssigkeit.	Temperatur der Flüssigkeit und der Dämpfe.	Alkoholgehalt der Dämpfe.	Alkoholgehalt der siedenden Flüssigkeit.
77, 2° C	93	92	87, 5	71	20
77, 5	92	90	88, 7	68	18
77, 8	91	85	90	66	15
78, 1	90½	80	91, 25	61	12
78, 7	90	75	92, 5	55	10
79	89	70	93, 7	50	7
80	87	65	95	42	5
81, 25	85	50	96, 25	36	3
82, 5	82	40	97, 5	28	2
83, 7	80	35	98, 7	13	1
85	78	30	100	0	0
86, 25	76	25			

Gröning empfiehlt hiernach den Gebrauch eines Thermometers, welches er in den Helm der Destillirblase einläßt, um darnach jederzeit den Gang der Destillation zu beurtheilen; das gewöhnliche Verfahren, die Stärke des aus dem Kühlapparate abfließenden Destillates mittelst eines in der Ausflußröhre befindlichen Aräometers zu bestimmen, dürfte jedoch noch zuverlässiger sein.

Nach den Beobachtungen von Pelin und Fuchs liegt der Siedpunkt des absoluten Alkohols etwas höher, als der des 97prozentigen Weingeistes, so daß Weingeist von 94 Perzent fast genau denselben Siedpunkt hat, wie absoluter Alkohol, woraus sich zum Theil schon die Unmöglichkeit erklärt, den Weingeist durch bloße Destillation vollständig zu entwässern.

Eine sehr merkwürdige Eigenschaft des Alkohols ist von Sömmering entdeckt worden. Sie besteht darin, daß thierische Membranen, z. B. eine Blase, mit Weingeist in Berührung gebracht, nur von dem Wasser, nicht von dem Alkohol befeuchtet und durchdrungen werden. Füllt man daher eine Blase mit Weingeist, und hängt sie an einem trocknen warmen Orte, z. B. über einem geheizten Ofen auf, so findet auf ihrer äußeren Oberfläche eine fortdauernde Verdunstung des von der inneren Oberfläche aufgenommenen Wassers Statt, während der Alkohol zurückbleibt; läßt man sie einige Wochen hängen, so wird der Weingeist bis auf 97 Prozent konzentrirt. Man hat nur bei dieser, übrigens sehr einfachen Konzentrations-Methode einen bedeutenden Verlust an Alkohol, indem, wie es scheint, der obere, leer und trocken gewordene Theil der Blase den Alkoholdämpfen einen Durchgang gestattet, daher diese Prozedur mehr wissenschaftliches als technisches Interesse darbietet.

Bei der so außerordentlichen Wichtigkeit des Alkohols, insbesondere des Branntweins und Weingeistes, hat man die Mittel zur Erforschung seiner Stärke zum Gegenstande der ausführlichsten und genauesten Untersuchungen gemacht. Als einziges Mittel zu diesem Zweck dient die Bestimmung seines spezifischen Gewichtes mittelst der Aräometer oder Alkoholometer; und unter diesen sind es besonders die von Richter und von Tralles, deren Gebrauch immer allgemeiner wird; das erstere gibt den Gehalt in Prozenten vom Gewichte, das letztere in Prozenten vom Volumen an. Da im Handel der Branntwein nicht gewogen, sondern gemessen wird, so bietet das Tralles'sche Aräometer größere Bequemlichkeit dar, wird daher am meisten angewendet.

Bei Weitem die ausführlichsten und sorgfältigsten Untersuchungen über das spezifische Gewicht des Weingeistes von verschiedenen Stärkegraden sind im Auftrage der englischen Regierung von Gilpin auge-

Digitized by Google

stellt, beziehen sich jedoch auf Gewichtsprozente. Aus dem vorhin erwähnten Grunde sind später von Tralles mit Zugrundelegung der Gilpin'schen Resultate, Tabellen angefertigt worden, in welchen der Alkoholgehalt in Volumprozenten angegeben, und das spez. Gew. desselben = 0,7939 (wenn das spez. Gew. des Wassers bei seiner größten Dichtigkeit = 1,000 gesetzt wird) nach Versuchen von Tralles angenommen ist. Diese Tabelle gilt für die Normaltemperatur von 15,55° C (oder 12,44° R oder 60° F).

Alkoholometrische Tabelle von Tralles.

Alkoholgehalt in 100 Maßtheilen Flüssigkeit.	Spezifisches Gewicht bei 15,55° C.	Unterschiede.	Alkoholgehalt in 100 Maßtheilen Flüssigkeit.	Spezifisches Gewicht bei 15,55° C.	Unterschiede.
0	9991		43	9461	17
1	9976	15	44	9444	17
2	9961	15	45	9427	17
3	9947	14	46	9409	18
4	9933	14	47	9391	18
5	9919	14	48	9373	18
6	9906	13	49	9354	19
7	9893	13	50	9335	19
8	9881	12	51	9315	20
9	9869	12	52	9295	20
10	9857	12	53	9275	20
11	9845	12	54	9254	21
12	9834	11	55	9234	20
13	9823	11	56	9213	21
14	9812	11	57	9192	21
15	9802	10	58	9170	22
16	9791	11	59	9148	22
17	9781	10	60	9126	22
18	9771	10	61	9104	22
19	9761	10	62	9082	22
20	9751	10	63	9059	23
21	9741	10	64	9036	23
22	9731	10	65	9013	23
23	9720	11	66	8989	24
24	9710	10	67	8965	24
25	9700	10	68	8941	24
26	9689	11	69	8917	24
27	9679	10	70	8892	25
28	9668	11	71	8867	25
29	9657	11	72	8842	25
30	9646	11	73	8817	25
31	9634	12	74	8791	26
32	9622	12	75	8765	26
33	9609	13	76	8739	26
34	9596	13	77	8712	27
35	9583	13	78	8685	27
36	9570	13	79	8658	27
37	9556	14	80	8631	27
38	9541	15	81	8603	28
39	9526	15	82	8575	28
40	9510	16	83	8547	28
41	9494	16	84	8518	29
42	9478	16	85	8488	30

Digitized by Google

Alkoholgehalt in 100 Maßtheilen Flüssigkeit.	Spezifisches Gewicht bei 15,55° C.	Unterschiede.	Alkoholgehalt in 100 Maßtheilen Flüssigkeit.	Spezifisches Gewicht bei 15,55° C.	Unterschiede.
86	8458	30	94	8194	36
87	8428	30	95	8157	37
88	8397	31	96	8118	39
89	8365	32	97	8077	41
90	8332	33	98	8034	43
91	8299	33	99	7988	46
92	8265	34	100	7939	49
93	8230	35			

Die dritte Kolumne enthält die Unterschiede zwischen je zwei auf einander folgenden Zahlen der vorhergehenden Kolumne, und dient zur Berechnung des Prozentgehaltes von Weingeist, dessen spez. Gew. nicht genau mit einer der Zahlen der Tabelle übereinstimmt. Ein Beispiel wird diese Rechnung am besten erläutern. Gesetzt, man habe einen Weingeist von 8554 spez. Gew. Diese Zahl findet sich nicht unmittelbar in der Tabelle. Man nehme also die beiden zunächstliegenden Zahlen, 8575 und 8547, deren Differenz, wie die dritte Kolumne ergibt = 28 ist. Man nehme ferner die Differenz zwischen dem gegebenen spez. Gew. 8554 und dem nächst geringeren 8547, also 7, und setze nun die Proportion 28 : 7 = 1 (nämlich dem Unterschied zwischen den Prozentgehalten für die spez. Gewichte 8575 und 8547, also zwischen 82 und 83): ¼. Dieses ¼ von 83 subtrahirt gibt 82¾, also den gesuchten Prozentgehalt für das spez. Gew. = 8554. Da nun aber die vorhergehende Tabelle nur für die Normaltemperatur von 15,55° C gilt, man aber häufig in den Fall kommt, auch bei anderen Temperaturen solche Bestimmungen vornehmen zu müssen, so kann man sich der folgenden Tabelle bedienen, um auch für andere Temperaturen den Prozentgehalt zu finden.

Alkoholgehalt in Prozenten.	Temperatur.					
	−1°,11 C.	+1°,66 C.	4°,44 C.	7°,22 C.	10° C.	12°77 C.
0	9994	9997	9997	9998	9997	9994
5	9924	9926	9926	9926	9925	9922
10	9868	9869	9868	9867	9865	9861
15	9823	9822	9820	9817	9813	9807
20	9786	9782	9777	9772	9766	9759
25	9753	9746	9738	9729	9720	9709
30	9717	9707	9695	9684	9672	9659
35	9671	9658	9644	9629	9614	9599
40	9615	9598	9581	9563	9546	9528
45	9544	9525	9506	9486	9467	9447
50	9460	9440	9420	9399	9378	9356
55	9368	9347	9325	9302	9279	9256
60	9267	9245	9222	9198	9174	9150
65	9162	9138	9113	9088	9063	9038
70	9046	9021	8996	8970	8944	8917
75	8925	8899	8873	8847	8820	8792
80	8798	8771	8744	8716	8688	8659
85	8663	8635	8606	8577	8547	8517
90	8517	8486	8455	8425	8395	8363

Digitized by Google

Alkoholgehalt in Prozenten.	Temperatur.					
	15°55 C.	18°,33 C.	21°,11 C.	23°,88 C.	26°,66 C.	29°,44 C.
0	9991	9987	9981	9976	9970	9962
5	9919	9915	9909	9903	9897	9889
10	9857	9852	9845	9839	9831	9823
15	9802	9796	9788	9779	9771	9761
20	9751	9743	9733	9722	9711	9700
25	9700	9690	9678	9665	9652	9638
30	9646	9632	9618	9603	9588	9572
35	9583	9566	9549	9532	9514	9495
40	9510	9491	9472	9452	9433	9412
45	9427	9406	9385	9364	9342	9320
50	9335	9313	9290	9267	9244	9221
55	9234	9211	9187	9163	9139	9114
60	9126	9102	9076	9051	9026	9000
65	9013	8988	8962	8936	8909	8882
70	8892	8866	8839	8812	8784	8756
75	8765	8738	8710	8681	8652	8622
80	8631	8602	8573	8544	8514	8483
85	8488	8458	8427	8396	8365	8333
90	8332	8300	8268	8236	8204	8171

Diese Tabelle von Tralles ist zwar insofern vollständiger als die vorhergehende, als sie die Temperaturen von circa 0° bis 30° C umfaßt, dagegen aber hat sie das Unbequeme, daß die Prozentzahlen allemal um 5 Einheiten wachsen, man also in den meisten Fällen genöthigt ist, durch Interpolation dazwischen fallende Werthe zu berechnen, was übrigens ohne Schwierigkeit auszuführen ist. Sie gilt jedoch nur für die Bestimmung des spez. Gewichtes mittelst eines Glas-Aräometers.

Die so bedeutende Einnahme, welche die Branntweinsteuer in Großbritannien dem Staate gewährt, und der aus diesen Steuerverhältnissen hervorgegangene hohe Preis der destillirten weingeistigen Flüssigkeiten, machten schon lange das Bedürfniß einer höchst genauen Bestimmung der Stärke derselben fühlbar, und veranlaßte vor einigen Jahren die Lords der Schatzkammer, der Royal society aufzutragen, die Einrichtung und den Gebrauch des gegenwärtig zu diesem Zwecke dienenden Instruments einer sorgfältigen Prüfung zu unterwerfen. Dieses Instrument, welches unter dem Namen von Sykes's Hydrometer bekannt ist, hat vor denen, die früher im Gebrauche waren, in mehrfacher Hinsicht entschiedene Vorzüge.

Die von der Royal society niedergesetzte Kommission geht von der Ansicht aus, daß eine genau bestimmte Mischung von Alkohol und Wasser eine ebenso unveränderliche Stärke besitzt, als reiner Alkohol; jedoch bequemer und schneller und mit derselben Genauigkeit nach dem spezifischen Gewichte hergestellt werden kann, als dies bei dem letzteren der Fall ist. Die Kommission schlägt als Normal-Spiritus eine Mischung von reinem Wasser und reinem Alkohol, von einem spez. Gew. = 0,92, bei der Temperatur von 62° F vor, das Gewicht des Wassers bei derselben Temperatur = 1 gesetzt; oder mit anderen Worten, eine Mischung, deren Gewicht bei 62° F $^{92}/_{100}$ oder $^{23}/_{25}$ von dem Gewicht eines gleichen Volumens Wasser beträgt.

Diese Normalflüssigkeit ist etwas schwächer, als die früher gebräuchliche, welche ein spez. Gew. von $^{12}/_{13}$ oder 0,923 hatte, und besteht sehr nahe aus gleichen Theilen absolutem Alkohol und Wasser. Das Hydrometer

Digitized by Google

muß so graduirt sein, daß es das spezifische Gewicht bei der Temperatur von 62° F angibt.

Die Kommission schlägt die Anfertigung einer Tafel vor, welche das spezifische Gewicht eines und des nämlichen Alkohols bei verschiedenen Temperaturen anzeigt. So würde bei der Temperatur von 62° F das Hydrometer im Normal-Spiritus die Zahl 920 angeben. Ließe man diesen Spiritus auf 40° F abkühlen, so würde das Hydrometer eine größere Zahl geben, die jedoch in der Tabelle für die Temperatur 40° nachgeschlagen, doch wieder die Stärke des Normalspiritus als Resultat ergeben müßte.

Statt aber in dieser und den anderen Tabellen die Stärke des Spiritus in Zahlen über oder unter dem Normal-Spiritus anzugeben, hält es die Kommission für zweckmäßiger, gleich geradezu anzugeben, wie viel Gallons Normal-Spiritus in 100 Gallons des untersuchten Spiritus enthalten sind; statt also z. B. zu sagen 23 über Probe lieber die Stärke durch die Zahl 123 auszudrücken; oder statt 35,4 unter Probe, die Zahl 64, 6 (nämlich 100 — 35,4) anzugeben. Die Kommission räth ferner dazu, eine zweite Tabelle anfertigen zu lassen, welche das Volumen von Spiritus jeder Stärke und bei jeder Temperatur im Verhältniß zu dem Normalvolumen von 100 Gallons bei 62° F zeigen müßte. In dieser Tabelle würde ein Spiritus, dessen Volumen sich bei einer gewissen Temperatur, z. B. um 0,7 Prozent vermindert hätte, durch die Zahl 99,3 ausgedrückt; hätte sich dagegen das Volumen um 0,7 Prozent vermehrt, so erhielte er die Zahl 100,7.

Wenn also eine Probe Spiritus mit dem Hydrometer und Thermometer untersucht wird, so ergibt sich aus diesen Tabellen zuvörderst die Menge von Normalspiritus, die er enthält, und zweitens das Volumen des Spiritus im Verhältniß zu dem, welches er bei der Normaltemperatur haben würde. Z. B. es würde ein Spiritus untersucht, und zeigte bei 51° F ein spez. Gew. von 8240, so würde sich aus der ersten Tabelle ergeben, daß 100 Gallons dieses Spiritus = 164, 8 Gallons Normalspiritus bei derselben Temperatur sind; die zweite Tabelle dagegen würde zeigen, daß 99,3 Gallons dieses Spiritus beim Erwärmen bis zur Normaltemperatur 100 Gallons geben, und daß sie also in der That jene 164,8 Gallons Normalspiritus nur in der Temperatur enthalten würden, bei welcher er geprüft wird. Da jedoch keine dieser beiden Tabellen allein für sich zur Ausmittlung der Steuer gebraucht werden kann, insofern nämlich keine von ihnen die wirkliche Menge von Normalspiritus bei 62° F in 100 Gallons von stärkerem oder schwächerem Spiritus bei Temperaturen über oder unter 62° F ergibt, so ist von der Kommission noch eine dritte Tabelle vorgeschlagen, welche aus den ersteren beiden zusammengetragen, zur direkten Bestimmung des in Frage stehenden Verhältnisses dient; so daß sie durch den bloßen Anblick die Menge von Normalspiritus von 62° F in der zu prüfenden Flüssigkeit bei der obwaltenden Temperatur anzeigt. In dieser dritten Tabelle muß die Menge von Normalspiritus von 62° F angegeben werden, welche in 100 Gallons des zu prüfenden Spiritus enthalten ist. Die Kolumne, welche diese Mengen angibt, kann füglich mit dem Worte „Werth" überschrieben werden, weil sie in der That die Menge des allein werthhaften Bestandtheiles angibt, da der andere Bestandtheil, das Wasser, keinen Werth hat.

Da nun diese Tabelle bei dem Gebrauch des Hydrometers zum Zweck der Steuererhebung allein gebraucht wird, und die anderen beiden ziemlich entbehrlich macht, so würde es kaum einmal nöthig sein, die ersteren wirklich zu drucken.

Digitized by Google

Als Beispiel hat die Kommission folgende kleine Tabelle gegeben:

Temperatur 45° F.			Temperatur 75° F.		
Spez. Gew.	Stärke.	Werth.	Spez. Gew.	Stärke.	Werth.
9074	114,5		8941	114,5	
7	114,3		4	114,3	
9	114,2		5	114,2	
81	114,0		8	114,0	
3	113,9		9	113,9	
5	113,7		52	113,7	
6	113,6		3	113,6	
9	113,4		6	113,4	
90	113,3		7	113,3	
3	113,1		9	113,1	

Die Mischung von Alkohol und Wasser, die in den Gilpinschen Tabellen als Normalspiritus angenommen wird, ist eine solche, die bei 62° F ein spez. Gew. = 0,825 hat; das spez. Gew. des Wassers bei derselben Temperatur = 1 gesetzt.

Wenn aber das spez. Gew. des Wassers bei 60° F = 1 ist, so ist es bei 62° = 0,99981. Um also die von Gilpin angegebenen spez. Gew. mit denen zu vergleichen, die Statt finden müssen, wenn Wasser von 62° zur Einheit genommen wäre, müssen die Gilpinschen Zahlen durch 0,99981 dividirt werden.

Tabelle der spezifischen Gewichte verschiedener, dem Gewichte nach gemachten Mischungen von Alkohol (d. h. Normalspiritus von 0,825) und Wasser bei verschiedenen Temperaturen, das spez. Gew. des Wassers bei 60° F. = 1 gesetzt. Von Gilpin zum Gebrauch bei der Erhebung der englischen Branntwein-Steuer angefertigt.

Temperatur nach Fahr.	Alkohol oder Spiritus von 0,825	100 Alkohol 5 Wasser	100 Alkohol 10 Wasser	100 Alkohol 15 Wasser	100 Alkohol 20 Wasser	100 Alkohol 25 Wasser	100 Alkohol 30 Wasser	100 Alkohol 35 Wasser	100 Alkohol 40 Wasser	100 Alkohol 45 Wasser	100 Alkohol 50 Wasser
30°	0.83896	0.84995	0.85957	0.86825	0.87585	0.88282	0.88921	0.89511	0.90054	0.90558	0.91023
35	.83672	.84769	.85729	.86587	.87357	.88059	.88701	.89294	.89839	.90345	.90811
40	.83445	.84539	.85507	.86361	.87184	.87838	.88481	.89073	.896 7	.90127	.90596
45	.83214	.84310	.85277	.86131	.86905	.87613	.88255	.88849	.89396	.89909	.90380
50	.82977	.84076	.85042	.85902	.86676	.87384	.88030	.88626	.89174	.89684	.90160
55	.82736	.83834	.84802	.85664	.86441	.87150	.87796	.88393	.88945	.89458	.89933
60	.82500	.83599	.84568	.85430	.86208	.86918	.87569	.88169	.88720	.89232	.89707
65	.82262	.83362	.84334	.85193	.85976	.86686	.87337	.87938	.88490	.89006	.89479
70	.82023	.83124	.84092	.84951	.85736	.86451	.87105	.87705	.88254	.88773	.89252
75	.81780	.82878	.83851	.84710	.85496	.86212	.86864	.87466	.88018	.88538	.89018
80	.81530	.82631	.83603	.84467	.85248	.85966	.86622	.87228	.87776	.88301	.88781
85	.81291	.82396	.83371	.84243	.85036	.85757	.86411	.87021	.87590	.88120	.88609
90	.81044	.82150	.83126	.84001	.84797	.85518	.86172	.86787	.87360	.87889	.88376
95	.80794	.81900	.82877	.83753	.84550	.85272	.85924	.86542	.87114	.87654	.88146
100	.80548	.81657	.82639	.83513	.84038	.85031	.85688	.86302	.86879	.87421	.87915

Temperatur nach Fahr.	100 Alkohol 55 Wasser	100 Alkohol 60 Wasser	100 Alkohol 65 Wasser	100 Alkohol 70 Wasser	100 Alkohol 75 Wasser	100 Alkohol 80 Wasser	100 Alkohol 85 Wasser	100 Alkohol 90 Wasser	100 Alkohol 95 Wasser	100 Alkohol 100 Wasser
30°	0.91449	0.91847	0.92217	0.92563	0.92889	0.93191	0.93474	0.93741	0.93991	0.94222
35	.91241	.91640	.92009	.92355	.92680	.92986	.93274	.93541	.93790	.94025
40	.91026	.91428	.91799	.92151	.92476	.92783	.93072	.93341	.93592	.93827
45	.90812	.91211	.91583	.91937	.92264	.92570	.92859	.93131	.93382	.93621
50	.90596	.90997	.91370	.91723	.92051	.92358	.92647	.92919	.93177	.93419
55	.90367	.90768	.91144	.91502	.91837	.92145	.92436	.92707	.92963	.93208
60	.90144	.90549	.90927	.91287	.91622	.91933	.92225	.92499	.92758	.93002
65	.89920	.90328	.90707	.91066	.91400	.91715	.92010	.92283	.91546	.92794
70	.89695	.90104	.90484	.90847	.91181	.91493	.91793	.92069	.92333	.92580
75	.89464	.89872	.90252	.90617	.90952	.91270	.91569	.91849	.92111	.92364
80	.89225	.89639	.90021	.90385	.90723	.91046	.91340	.91622	.91891	.92142
85	.89043	.89460	.89843	.90209	.90558	.90882	.91186	.91465	.91729	.91969
90	.88817	.89230	.89617	.89988	.90342	.90668	.90967	.91248	.91511	.91751
95	.88588	.89003	.89390	.89763	.90119	.90443	.90747	.91029	.91290	.91531
100	.88357	.88769	.89158	.89536	.89869	.90215	.90522	.90805	.91066	.91310

Digitized by Google

Temperatur nach Fahr.	95 Alkohol 100 Wasser	90 Alkohol 100 Wasser	85 Alkohol 100 Wasser	80 Alkohol 100 Wasser	75 Alkohol 100 Wasser	70 Alkohol 100 Wasser	65 Alkohol 100 Wasser	60 Alkohol 100 Wasser	55 Alkohol 100 Wasser	50 Alkohol 100 Wasser
30°	0.94447	0.94675	0.94920	0.95173	0.95429	0.95681	0.95944	0.96209	0.96470	0.96719
35	0.94749	.94984	.94734	.94988	.95246	.95502	.95772	.96048	.96315	.96579
40	.94958	.94295	.94547	.94802	.95060	.95328	.95602	.95879	.96159	.96434
45	.93860	.94096	.94348	.94605	.94871	.95143	.95423	.95703	.95993	.96280
50	.93638	.93897	.94149	.94414	.94683	.94958	.95243	.95534	.95831	.96126
55	.93452	.93696	.93948	.94213	.94486	.94767	.95057	.95357	.95662	.95966
60	.93247	.93493	.93749	.94018	.94296	.94579	.94876	.95181	.95493	.95804
65	.93040	.93285	.93546	.93822	.94099	.94388	.94699	.95000	.95318	.95635
70	.92828	.93076	.93337	.93616	.93898	.94193	.94500	.94813	.95139	.95469
75	.92613	.92865	.93132	.93413	.93695	.93999	.94301	.94623	.94957	.95292
80	.92393	.92646	.92917	.93201	.93488	.93785	.94102	.94431	.94768	.95111

Temperatur nach Fahr.	45 Alkohol 100 Wasser	40 Alkohol 100 Wasser	35 Alkohol 100 Wasser	30 Alkohol 100 Wasser	25 Alkohol 100 Wasser	20 Alkohol 100 Wasser	15 Alkohol 100 Wasser	10 Alkohol 100 Wasser	5 Alkohol 100 Wasser
30°	0.96967	0.97200	0.97418	0.97635	0.97860	0.98108	0.98412	0.98814	0.99334
35	.96840	.97086	.97319	.97556	.97801	.98076	.98397	.98804	.99344
40	.96706	.96967	.97220	.97472	.97737	.98033	.98373	.98795	.99345
45	.96563	.96840	.97110	.97384	.97666	.97980	.98338	.98774	.99338
50	.96420	.96708	.96995	.97284	.97589	.97920	.98293	.98745	.99316
55	.96272	.96575	.96877	.97181	.97500	.97847	.98239	.98702	.99284
60	.96122	.96437	.96752	.97074	.97410	.97771	.98176	.98654	.99244
65	.95962	.96288	.96620	.96959	.97309	.97688	.98106	.98594	.99194
70	.95802	.96143	.96484	.96836	.97203	.97596	.98028	.98527	.99134
75	.95638	.95987	.96344	.96708	.97086	.97495	.97943	.98454	.99066
80	.95467	.95826	.96192	.96568	.96963	.97385	.97845	.98367	.98991

Unter der Leitung der Kommission sind Versuche über die Genauigkeit der Gilpinschen Tabellen angestellt worden, woraus sich ergeben hat, daß die Fehler, welche bei Bestimmung der Stärke des Spiritus nach Tabellen, die sich auf die Gilpinschen Zahlen gründen, vorkommen können, so unbedeutend sind, daß die so gefundenen kleinen Abweichungen nur in der vierten Dezimalstelle bemerklich werden, und daher bei praktischen Bestimmungen gar nicht in Betracht kommen; die Kommission hat nach einer sorgfältigen Revision der Gilpinschen Bestimmungen ihre Meinung dahin ausgesprochen, daß die Gilpinschen Tabellen einen Grad von Genauigkeit haben, der weit über das, was man billigerweise von solchen Bestimmungen erwarten konnte, hinausgeht, und für alle praktischen und wissenschaftlichen Zwecke völlig genügen.

Die folgende Tabelle ist von Herrn Lubbock ausgearbeitet, um das scheinbare spezifische Gewicht in wahres umzuwandeln.

Scheinbares, oder gefundenes spez. Gew.	— Temperatur.								+				Scheinbar, oder gefundenes spez. Gew.
	30°	32°	37°	42°	47°	52°	57°	62°	67°	72°	77°	80°	
0.82	0.00083	00078	00065	00052	00039	00025	00012		00011	00024	00035	70042	0.82
.83	.00084	.00079	.00066	.00052	.00039	.00026	.00012		.00012	.00024	.00036	.00042	.83
.84	.00085	.00080	.00066	.00053	.00039	.00026	.00013		.00012	.00024	.00036	.00043	.84
.85	.00086	.00081	.00067	.00054	.00040	.00026	.00013		.00012	.00025	.00037	.00043	.85
.86	.00087	.00082	.00068	.00054	.00040	.00027	.00013		.00012	.00025	.00037	.00044	.86
.87	.00088	.00083	.00069	.00055	.00041	.00027	.00013		.00012	.00025	.00037	.00044	.87
.88	.00089	.00084	.00070	.00055	.00041	.00027	.00013		.00012	.00026	.00038	.00045	.88
.89	.00090	.00085	.00070	.00055	.00042	.00028	.00013		.00012	.00026	.00038	.00045	.89
.90	.00091	.00085	.00071	.00056	.00042	.00028	.00014		.00013	.00026	.00039	.00046	.90
.91	.00092	.00086	.00072	.00057	.00043	.00028	.00014		.00013	.00026	.00039	.00046	.91
.92	.00093	.00087	.00073	.00058	.00043	.00029	.00014		.00013	.00027	.00040	.00047	.92
.93	.00094	.00088	.00073	.00059	.00044	.00029	.00014		.00013	.00027	.00040	.00047	.93
.94	.00095	.00089	.00074	.00059	.00044	.00029	.00014		.00013	.00027	.00040	.00048	.94
.95	.00096	.00090	.00075	.00060	.00045	.00029	.00014		.00013	.00028	.00041	.00048	.95
.96	.00097	.00091	.00076	.00060	.00045	.00030	.00014		.00013	.000 8	.00041	.00049	.96
.97	.00098	.00092	.00077	.00061	.00046	.00030	.00015		.00014	.00028	.00042	.00049	.97
.98	.00099	.00093	.00077	.00062	.00046	.00030	.00015		.00014	.00028	.00042	.00050	.98
.99	.00100	.00094	.00078	.00062	.10047	.00031	.00015		.00014	.00029	.00043	.00050	.99
1.00	.00101	.00095	.00079	.00063	.10047	.00031	.00015						1.00

Digitized by Google

Bei Temperaturen, die unter der Normaltemperatur von 62° liegen, muß man den aus der Tabelle gefundenen kleinen Bruch, wie das — Zeichen ergibt, von dem gefundenen spez. Gewicht subtrahiren, bei Temperaturen über 62° dagegen addiren.

Das unter der Aufsicht der Steuerkommission von Hrn. Bate konstruirte Hydrometer hat eine vier Zoll lange Skale, die in 100 Theile getheilt ist, und 9 zugehörige Gewichte, so daß also 900 verschiedene Stärkegrade damit bestimmt werden können. Es ist für die Normaltemperatur von 62° F bestimmt. Um diesem Instrumente die größtmögliche Genauigkeit zu geben, hat Bate die Gewichte (welche in die Flüssigkeit mit eingetaucht werden) so eingerichtet, daß jedes nächstfolgende Gewicht, verglichen mit dem vorhergehenden, ein um eben so viel größeres Volumen einnimmt, als das Volumen der Röhre des Instrumentes (nämlich soweit die Eintheilung reicht) beträgt; und der Unterschied der Gewichte ist so abgepaßt, daß wenn man das Instrument, mit einem der Gewichte beschwert, in eine Flüssigkeit bis an das untere Ende der Skale eintaucht, es mit dem nächstfolgenden schwerern Gewichte belastet, gerade bis an das obere Ende der Skale einsinkt. Eine Einrichtung, die außerordentliche Genauigkeit und vielen Fleiß in der Herstellung dieser Instrumente erfordert, und einen sehr hohen Preis desselben bedingt. Aber sie gestattet eine größere Stärke der Kugel (?), welche so sehr wünschenswerth ist, und gibt bei dem bloßen Anblick sogleich das scheinbare spezifische Gewicht, welches nun in der Tabelle nachgesehen, und hieraus der Prozentgehalt gefunden wird. Fig. 14 ist eine Abbildung dieses Instrumentes nebst zweien seiner neun Gewichte. Es umfaßt die spezifischen Gewichte von 820 bis 1000. Bei 62° F gibt es das wahre spezifische Gewicht mit fast vollkommener Genauigkeit; doch kann man mittelst anderer Instrumente und Benützung der Tabellen dieselben Resultate erhalten, denn diese letzteren stehen in keinem Zusammenhange mit der besonderen Konstruktion des Instrumentes, sondern können bei jedem Aräometer oder sonstigen Instrumente, welches das spez. Gewicht des Weingeistes bei verschiedenen Temperaturen mit Genauigkeit angibt, gebraucht werden.

14

In Frankreich ist der Preis der spirituösen Flüssigkeiten weit niedriger als in England, daher dort schon weniger empfindliche Instrumente genügende Genauigkeit geben. Die Aräometer von Baumé und Cartier, mit kurzen, willkührlichen Skalen, werden in Frankreich viel gebraucht, doch ist seit kurzem ein von Gay-Lussac angegebenes sehr sinnreiches und bequemes Alkoholometer gesetzlich eingeführt. Gay-Lussac nimmt als Normalflüssigkeit reinen absoluten Alkohol, bei 15° C, und setzt den Gehalt desselben = 100, oder auch als Einheit. Die Stärke einer alkoholhaltigen Flüssigkeit wird nun auf die Weise angegeben, daß man sagt, wie viel Prozent von reinem Alkohol dem Raume nach in 100 Raumtheilen der Flüssigkeit bei 15° C enthalten sind. Das Instrument selbst ist ein gewöhnliches Aräometer bei der Temperatur von 15° C graduirt. Die Skale ist in 100 Theile oder Grade eingetheilt, deren jeder einem Prozent Alkohol entspricht. Der letzte Theilstrich am untern Ende der Skale bezeichnet den Stand in reinem Wasser, der obere den in reinem Alkohol. Bringt man dasselbe in eine alkoholhaltige Flüssigkeit von 15° C, so gibt es unmittelbar die Stärke derselben an; z. B. wenn es bis zu dem 50sten Theilstriche einsinkt, so wird dadurch angedeutet, daß die Flüssigkeit 50 Prozent reinen Alkohol dem Raume nach enthält. In dem neuen englischen Normalspiritus würde es bis zum 57sten Grade einsinken, indem dieser 57 Proz. absoluten Alkohol dem Raume nach, oder 50 dem Gewichte nach enthält.

Digitized by Google

Gay-Lussac gibt nun eine Tabelle, um die nöthige Korrektion wegen der Temperatur zu machen, welche er „Tabelle der wirklichen Stärke der spirituosen Flüssigkeiten“ nennt. Die erste vertikale Kolumne dieser Tabelle enthält die Temperaturen von 0° bis 30° C, die erste horizontale Reihe dagegen die Angaben oder Grade des Alkoholometers. In derselben Tabelle ist sehr zweckmäßig eine Korrektion wegen des Volumens der Flüssigkeit bei anderen Temperaturen als der Normaltemperatur von 15° C enthalten.

Gesetzt man habe 1000 Liter oder Gallons einer Flüssigkeit bei 2° C abgemessen, welche bei dieser Temperatur 44° am Aräometer zeigt; so ergibt sich aus der Tabelle die wirkliche Stärke bei 15° C zu 49 Prozent. Wenn man diese Flüssigkeit aber bis zu 15° C erwärmt, um die wahre Stärke bei 15° zu finden, so wird sie am Volumen zunehmen; und, anstatt 1000 Liter zu haben, wie dieß bei 2° der Fall war, wird man bei 15° 1009 Liter bekommen. Diese Zahl findet man nun in der Tabelle mit kleineren Ziffern unter der Zahl 49 angegeben. Alle in kleineren Ziffern angegebenen Zahlen, die unter den zur Bezeichnung der wirklichen Stärke dienenden Zahlen stehen, zeigen also das Volumen an, welches 1000 Liter einer Flüssigkeit annehmen würden, wenn man sie bei der Temperatur von 15° C abmessen würde. In unserem Beispiel würde also die Menge an absolutem Alkohol, die in 1000 Liter bei 2° enthalten sind, $1009 \times 0{,}49 = 494{,}41$ Liter betragen.

Die auf solche Weise gefundene Menge an reinem Alkohol wird die Reichhaltigkeit des Spiritus genannt.

Um noch ein Beispiel zu geben, wollen wir annehmen, man habe 1000 Liter bei 25° C abgemessen; und das Alkoholometer zeige 53°. Wieviel absoluten Alkohol von 15° C halten diese 1000 Liter?

Indem wir in der Tabelle in der oberen horizontalen Reihe die Zahl 53 aufsuchen, und in der zugehörigen vertikalen Reihe soweit herabgehen, bis wir zu der horizontalen Reihe kommen, die für die Temperatur von 25° gilt, finden wir die Zahl 49, 3. Nun aber ist klar, daß wenn die 1000 Liter bei 25° bis auf die Normaltemperatur von 15° abgekühlt würden, eine Volumverminderung eintreten würde. Diese findet sich nun ebenfalls in der Tabelle $= 993$. Die Reichhaltigkeit der 1000 Liter würde also $= 993 \times 0{,}493 = 489{,}55$ Liter betragen.

Die von Gay-Lussac ausgearbeitete Tabelle umfaßt, wie oben gesagt, alle Temperaturen von 0° bis 30°, und alle Stärkegrade einer spirituosen Flüssigkeit von reinem Wasser bis zum absoluten Alkohol. Der Kürze und Raumersparniß halber folgt hier ein Auszug jener Tabelle, der jedoch für die gewöhnlich vorkommenden Bestimmungen ausreicht, indem er die Temperaturen von 10° bis 25°, und die Stärkegrade von 31 bis 90 Prozent umfaßt.

Alkoholometrische Tabelle der wirklichen Stärke spirituoser Flüssigkeiten. Von Gay Lussac.

Temperatur	31c	32c	33c	34c	35c	36c	37c	38c	39c	40c
10° C.	33.0 1002	34 1002	35 1003	36 1003	37 1003	38 1003	39 1003	40 1003	41 1003	42 1003
11	32.6 1002	33.6 1002	34.6 1002	35.6 1002	36.6 1002	37.6 1002	38.6 1002	39.6 1002	40.6 1003	41.6 1003
12	32.2 1001	33.2 1001	34.2 1002	35.2 1002	36.2 1002	37.2 1002	38.2 1002	39.2 1002	40.2 1002	41.2 1002
13	31.8 1001	32.8 1001	33.8 1001	34.8 1001	35.8 1001	36.8 1001	37.8 1001	38.8 1001	39.8 1001	40.8 1001
14	31.4 1001	32.4 1001	33.4 1001	34.4 1001	35.4 1001	36.4 1001	37.4 1001	38.4 1001	39.4 1001	40.4 1001
15	31 1000	32 1000	33 1000	34 1000	35 1000	36 1000	37 1000	38 1000	39 1000	40 1000

Digitized by Google

Temperatur	31c	32c	33c	34c	35c	36c	37c	38c	39c	40c
16° C.	30.6 1000	31.6 1000	32.5 999	33.5 999	34.5 999	35.5 999	36.5 999	37.5 999	38.5 999	39.5 999
17	30.2 999	31.2 999	32.1 999	33.1 999	34.1 999	35.1 999	36.1 999	37.1 999	38.1 999	39.1 999
18	29.8 999	30.8 999	31.7 998	32.7 998	33.7 998	34.7 998	35.7 998	36.7 998	37.7 998	38.7 998
19	29.4 998	30.4 998	31.3 998	32.3 998	33.3 998	34.3 998	35.3 998	36.3 998	37.3 997	38.3 997
20	29 998	30 998	30.9 997	31.9 997	32.9 997	33.9 997	34.9 997	35.9 997	36.9 997	37.9 997
21	28.6 997	29.6 997	30.5 997	31.5 997	32.5 997	33.5 997	34.5 997	35.5 996	36.5 996	37.5 996
22	28.2 997	29.2 997	30.1 996	31.1 996	32.1 996	33.1 995	34.1 996	35.1 996	36.1 996	37.1 996
23	27.8 996	28.8 995	29.7 996	30.7 996	31.7 996	32.7 996	33.7 996	34.7 995	35.7 995	36.7 995
24	27.4 996	28.4 996	29.3 995	30.3 995	31.3 995	32.3 995	33.3 995	34.3 995	35.3 995	36.3 994
25	27 995	28 995	28.9 995	29.9 995	30.9 995	31.9 994	32.9 994	33.9 994	34.9 994	35.9 994

Temperatur	41c	42c	43c	44c	45c	46c	47c	48c	49c	50c
10° C.	43 1003	44 1004	45 1004	46 1004	46.9 1004	47.9 1004	48.9 1004	49.9 1004	50.9 1004	51.8 1004
11	42.6 1003	43.6 1003	44.6 1003	45.6 1003	46.6 1003	47.6 1003	48.6 1003	49.5 1003	50.5 1003	51.5 1003
12	42.2 1002	43.2 1002	44.2 1002	45.2 1002	46.2 1002	47.2 1002	48.2 1002	49.2 1002	50.2 1002	51.1 1002
13	41.8 1001	42.8 1001	43.8 1001	44.8 1002	45.8 1002	46.8 1002	47.8 1002	48.8 1002	49.8 1002	50.8 1002
14	41.4 1001	42.4 1001	43.4 1001	44.4 1001	45.4 1001	46.4 1001	47.4 1001	48.4 1001	49.4 1001	50.4 1000
15	41 1000	42 1000	43 1000	44 1000	45 1000	46 1000	47 1000	48 1000	49 1000	50 1000
16	40.6 999	41.6 999	42.6 999	43.6 999	44.6 999	45.6 999	46.6 999	47.6 999	48.6 999	49.6 999
17	40.2 999	41.2 999	42.2 999	43.2 998	44.9 998	45.2 998	46.2 998	47.2 998	48.2 998	49.2 998
18	39.8 998	40.8 998	41.8 998	42.8 998	43.8 998	44.9 998	45.9 998	46.9 998	47.9 998	48.9 998
19	39.4 997	40.4 997	41.4 997	42.5 997	43.5 997	44.5 997	45.5 997	46.5 997	47.5 997	48.5 997
20	39 997	40 997	41 997	42.1 997	43.1 996	44.1 996	45.1 996	46.1 996	47.2 996	48.2 996
21	38.6 996	39.6 996	40.6 996	41.7 996	42.7 996	43.7 996	44.8 996	45.8 996	46.8 995	47.8 995
22	38.2 996	39.2 995	40.2 995	41.3 995	42.3 995	43.3 995	44.3 995	45.3 995	46.4 995	47.4 995
23	37.8 995	38.8 995	39.8 995	40.9 994	41.9 994	42.9 994	43.9 994	44.9 994	46 994	47 994
24	37.4 994	38.4 994	39.4 994	40.5 994	41.5 994	42.5 994	43.6 994	44.6 994	45.6 993	46.6 993
25	37 994	38 994	39 993	40.1 993	41.1 993	42.2 993	43.2 993	44.2 993	45.2 993	46.3 993

Digitized by Google

Temperatur	51c	52c	53c	54c	55c	56c	57c	58c	59c	60c
10° C	52.8 1004	53.8 1004	54.8 1004	55.8 1004	56.8 1004	57.8 1004	58.8 1004	59.7 1004	60.7 1004	61.7 1004
11	52.5 1003	53.5 1003	54.4 1003	55.4 1003	56.4 1003	57.4 1003	58.4 1003	59.4 1003	60.4 1003	61.4 1003
12	52.1 1002	53.1 1002	54.1 1002	55 1002	56 1002	57 1002	58 1002	59 1002	60 1002	61 1002
13	51.8 1002	52.7 1002	53.7 1002	54.7 1002	55.7 1002	56.7 1002	57.7 1002	58.7 1002	59.7 1002	60.7 1002
14	51.4 1001	52.3 1001	53.3 1001	54.3 1001	55.3 1001	56.3 1001	57.3 1001	58.3 1001	59.3 1001	60.3 1001
15	51 1000	52 1000	53 1000	54 1000	55 1000	56 1000	57 1000	58 1000	59 1000	60 1000
16	50.6 999	51.6 999	52.6 999	53.6 999	54.6 999	55.6 999	56.6 999	57.6 999	58.6 999	59.6 999
17	50.3 998	51.3 998	52.3 998	53.3 998	54.3 998	55.3 998	56.3 998	57.3 998	58.3 998	59.3 998
18	49.9 998	50.9 998	51.9 998	52.9 998	53.9 998	54.9 998	55.9 998	56.9 997	57.9 997	58.9 997
19	49.5 997	50.6 997	51.6 997	52.6 997	53.6 997	54.6 997	55.6 997	56.6 997	57.6 997	58.6 997
20	49.2 996	50.2 996	51.2 996	52.2 996	53.2 996	54.2 996	55.2 996	56.2 996	57.2 996	58.2 996
21	48.8 995	49.8 995	50.8 995	51.8 995	52.9 995	53.9 995	54.9 995	55.9 995	56.9 995	57.9 995
22	48.4 995	49.4 995	50.4 995	51.4 994	52.5 994	53.5 994	54.5 994	55.5 994	56.5 994	57.5 994
23	48 994	49.1 994	50.1 994	51.1 994	52.1 994	53.1 994	54.1 994	55.1 993	56.1 993	57.1 993
24	47.6 993	48.7 993	49.7 993	50.7 993	51.8 993	52.8 993	53.8 993	54.8 993	55.8 993	56.8 992
25	47.3 993	48.3 993	49.3 993	50.3 992	51.4 992	52.4 992	53.4 992	54.4 992	55.5 992	56.5 992

Temperatur	61c	62c	63c	64c	65c	66c	67c	68c	69c	70c
10° C	62.7 1004	63.7 1004	64.7 1004	65.7 1004	66.7 1004	67.6 1004	68.6 1004	69.6 1004	70.6 1004	71.6 1004
11	62.4 1003	63.4 1003	64.4 1003	65.4 1003	66.4 1003	67.3 1003	68.3 1003	69.3 1004	70.3 1004	71.3 1004
12	62 1002	63 1002	64 1002	65 1002	66 1002	67 1002	68 1003	69 1003	70 1003	71 1003
13	61.7 1002	62.7 1002	63.7 1002	64.7 1002	65.7 1002	66.7 1002	67.7 1002	68.7 1002	69.6 1002	70.6 1002
14	61.3 1001	62.3 1001	63.3 1001	64.3 1001	65.3 1001	66.3 1001	67.3 1001	68.3 1001	69.3 1001	70.3 1001
15	61 1000	62 1000	63 1000	64 1000	65 1000	66 1000	67 1000	68 1000	69 1000	70 1000
16	60.6 999	61.7 999	62.7 999	63.7 999	64.7 999	65.7 999	66.7 999	67.7 999	68.7 999	69.7 999
17	60.3 998	61.3 998	62.3 998	63.3 998	64.3 998	65.3 998	66.3 998	67.3 998	68.3 998	69.3 998
18	59.9 997	61 997	62 997	63 997	64 997	65 997	66 997	67 997	68 997	69 997
19	59.6 997	60.6 997	61.6 997	62.7 997	63.7 997	64.7 997	65.7 997	66.7 997	67.7 996	68.7 996

Digitized by Google

Temperatur	61c	62c	63c	64c	65c	66c	67c	68c	69c	70c
20° C	59.2 996	60.3 996	61.3 996	62.3 996	63.3 996	64.3 996	65.4 996	66.4 996	67.4 996	68.4 996
21	58.9 995	59.9 995	61 995	62 995	63 995	64 995	65 995	66 995	67 995	68.1 995
22	58.5 994	59.5 994	60.6 994	61.6 994	62.7 994	63.7 994	64.7 994	65.7 994	66.7 994	67.8 994
23	58.1 993	59.2 993	60.2 993	61.3 993	62.3 993	63.3 993	64.3 993	65.4 993	66.4 993	67.4 993
24	57.8 992	58.9 992	59.9 992	61 992	62 992	63 992	64 992	65 992	66 992	67.1 992
25	57.5 992	58.5 992	59.5 992	60.6 991	61.6 991	62.6 991	63.7 991	64.7 991	65.7 991	66.7 991
Temperatur	**71c**	**72c**	**73c**	**74c**	**75c**	**76c**	**77c**	**78c**	**79c**	**80c**
10° C	72.6 1004	73.5 1004	74.5 1005	75.5 1005	76.5 1005	77.5 1005	78.5 1005	79.5 1005	80.5 1005	81.5 1005
11	72.3 1004	73.2 1004	74.2 1004	75.2 1004	76.2 1004	77.2 1004	78.2 1004	79.2 1004	80.2 1004	81.2 1004
12	72 1003	72.9 1003	73.9 1003	74.9 1003	75.9 1003	76.9 1003	77.9 1003	78.9 1003	79.9 1003	80.9 1003
13	71.6 1002	72.6 1002	73.6 1002	74.6 1002	75.6 1002	76.6 1002	77.6 1002	78.6 1002	79.6 1002	80.6 1002
14	71.3 1001	72.3 1001	73.3 1001	74.3 1001	75.3 1001	76.3 1001	77.3 1001	78.3 1001	79.3 1001	80.3 1001
15	71 1000	72 1000	73 1000	74 1000	75 1000	76 1000	77 1000	78 1000	79 1000	80 1000
16	70.7 999	71.7 999	72.7 999	73.7 999	74.7 999	75.7 999	76.7 999	77.7 999	78.7 999	79.7 999
17	70.3 998	71.3 998	72.3 998	73.3 998	74.3 998	75.4 998	76.4 998	77.4 998	78.4 998	79.4 998
18	70 997	71 997	72 997	73 997	74 997	75.1 997	76.1 997	77.1 997	78.1 997	79.1 997
19	69.7 996	70.7 996	71.7 996	72.7 996	73.7 996	74.7 996	75.8 996	76.8 996	77.8 996	78.8 996
20	69.4 996	70.4 996	71.4 995	72.4 995	73.4 995	74.4 995	75.5 995	76.5 995	77.5 995	78.5 995
21	69.1 995	70.1 995	71.1 995	72.1 994	73.1 994	74.1 994	75.2 994	76.2 994	77.2 994	78.2 994
22	68.8 994	69.8 994	70.8 994	71.8 994	72.8 993	73.8 993	74.8 993	75.9 993	76.9 993	77.9 993
23	68.4 993	69.4 993	70.5 993	71.5 993	72.5 992	73.5 992	74.5 992	75.5 992	76.6 992	77.6 992
24	68.1 992	69.1 992	70.1 992	71.2 992	72.2 992	73.2 992	74.2 992	75.2 991	76.3 991	77.3 991
25	67.8 991	68.8 991	69.8 991	70.8 991	71.8 991	72.8 991	73.9 991	74.9 991	76 991	77 991
Temperatur	**81c**	**82c**	**83c**	**84c**	**85c**	**86c**	**87c**	**88c**	**89c**	**90c**
10° C	82.4 1005	83.4 1005	84.4 1005	85.4 1005	86.4 1005	87.4 1005	88.3 1005	89.3 1005	90.2 1005	91.2 1005
11	82.2 1004	83.1 1004	84.1 1004	85.1 1004	86.1 1004	87.1 1004	88 1004	89 1004	90 1004	91 1004
12	81.9 1003	82.9 1003	83.9 1003	84.8 1003	85.8 1003	86.8 1003	87.8 1003	88.7 1003	89.7 1003	90.7 1003
13	81.6 1002	82.6 1002	83.6 1002	84.6 1002	85.5 1002	86.5 1002	87.5 1002	88.5 1002	89.5 1002	90.5 1002

Digitized by Google

Temperatur	81c	82c	83c	84c	85c	86c	87c	88c	89c	90c
14° C	81.3 1001	82.3 1001	83.3 1001	84.3 1001	85.3 1001	86.3 1001	87.3 1001	88.2 1001	89.2 1001	90.2 1001
15	81 1000	82 1000	83 1000	84 1000	85 1000	86 1000	87 1000	88 1000	89 1000	90 1000
16	80.7 999	81.7 999	82.7 999	83.7 999	84.7 999	85.7 999	86.7 999	87.7 999	88.7 999	89.7 999
17	80.4 998	81.4 998	82.4 998	83.4 998	84.4 998	85.4 998	86.4 998	87.4 998	88.4 998	89.5 998
18	80.1 997	81.1 997	82.1 997	83.1 997	84.1 997	85.2 997	86.2 997	87.2 997	88.2 997	89.2 997
19	79.8 996	80.8 996	81.9 996	82.9 996	83.9 996	84.9 996	85.9 996	86.9 996	87.9 996	88.9 996
20	79.5 995	80.5 995	81.6 995	82.6 995	83.6 995	84.6 995	85.6 995	86.6 995	87.7 995	88.7 995
21	79.2 994	80.2 994	81.3 994	82.3 994	83.3 994	84.3 994	85.3 994	86.4 994	87.4 994	88.4 994
22	78.9 993	79.9 993	81 993	82 993	83 993	84 993	85 993	86.1 993	87.1 993	88.2 993
23	78.6 992	79.6 992	80.7 992	81.7 992	82.7 992	83.8 992	84.8 992	85.8 992	86.8 992	87.9 992
24	78.3 991	79.3 991	80.4 991	81.4 991	82.4 991	83.5 991	84.5 991	85.5 991	86.5 991	87.6 991
25	78 991	79 991	80.1 990	81.1 990	82.1 990	83.2 990	84.2 990	85.2 990	86.3 990	87.4 990

Diese Tabelle würde auch für die Kaufleute und Inhaber chemischer Fabriken in England höchst nützlich werden können. Mit Hülfe dieses kleinen Instruments, welches für ein Billiges von dem geschickten Mechaniker Collardeau, Rue Faubourg St. Martin zu Paris, zu beziehen ist, übrigens auch von den Mechanikern in London angefertigt werden könnte, würde man in England den Gehalt der alkoholhaltigen Flüssigkeiten, mit einer, für die allermeisten Zwecke hinlänglichen Genauigkeit auf viel bequemere Art ausmitteln können, als durch die gegenwärtig in England gebräuchlichen Instrumente. In Schweden ist dieses Alkoholometer mit den Gay-Lussac'schen Tabellen gesetzlich eingeführt.

Die Tabelle von Gay-Lussac gibt, wie man sieht, das wahre Volumen von absolutem Alkohol, welches die Probe bei 15° zeigen würde. Dieß ist aber eine sehr wichtige Sache; denn wenn Jemand 1000 Maß Branntwein oder Spiritus bei heißem Wetter kauft, und ihn nach dem darin enthaltenen, der Temperatur nach berechneten wahren Alkoholgehalt bezahlt, so wird er bei kälterem Wetter keine 1000 Maß mehr haben, und auf solche Weise beim Wiederverkauf einen Verlust von vielleicht mehreren Maß erleiden. Nur durch den Gebrauch der Tabelle und die Berücksichtigung des verschiedenen Volumens bei verschiedenen Temperaturen, wird sich der zu zahlende Preis so berechnen, daß sein Spiritus ungeachtet der Raumverminderung denselben Werth behält.

Zuweilen, besonders nach feuchter Herbstwitterung, wo verdorbenes Getreide in Menge vorzukommen pflegt, enthält der, aus solchem Getreide gewonnene Alkohol eine eigenthümliche flüchtige Substanz, das s. g. Fuselöl. Riecht man auf einen solchen Alkohol, besonders wenn er heiß ist, so werden Augen und Nase gereizt. Der Geruch hat Aehnlichkeit mit einer weingeistigen Lösung von Cyan, wie ein jeder Chemiker bemerken wird, wenn er neben der Ausflußöffnung der Schlange eines Destillirapparates steht, in welchem roher Kornbranntwein destillirt wird. Solcher fuselige Branntwein wirkt stärker berauschend, als reiner Branntwein von derselben Stärke, und bringt sogar bei manchen Personen einen temporären Wahnsinn hervor. Es ist eine flüchtige fette Sub-

Digitized by Google

stanz, von höchst widerlichem Geruch, vereinigt sich nicht mit Salzbasen; scheint sich aber im Verlauf von mehreren Monaten in dem Spiritus allmählig zu zersetzen, so daß der widerliche Geruch und die schädliche Wirkung sich mit der Zeit verlieren. Wenn man solchen unreinen Alkohol mit vielem Wasser verdünnt, und bei mäßigem Feuer destillirt, so kann man den größten Theil dieses Fuselöles davon trennen, und für sich gewinnen. Ein Theil geht mit den ersten und stärksten Alkoholdämpfen über, ein Theil mit den letzten Portionen. Die Brenner nennen diese Destillate Vorlauf und Nachlauf. Der in der mittlern Zeit der Destillation überdestillirende Branntwein ist reiner. Vor- und Nachlauf sind immer mehr oder weniger trübe, oder werden doch beim Vermischen mit Wasser opalisirend, und bilden eine feine ölige Haut auf der Oberfläche. Gut ausgeglühte Holzkohlen von leichteren Holzarten, als Tannen- oder Weidenholz, mit welcher man den Branntwein, bevor er rektifizirt wird, eine Zeit lang in Berührung läßt, ist noch das beste Reinigungsmittel. Thierische Kohle ist ebenfalls sehr brauchbar, wirkt jedoch nicht so schnell und kräftig, wie Holzkohle. Ein anderes Entfuselungsmittel besteht in der Anwendung von fettem Oel, z. B. Oliven- oder Mandelöl, mit welchem man den unreinen Spiritus schüttelt, worauf man das Oel abgießt und nun den Spiritus mit Zusatz von ein wenig Wasser nochmals destillirt.

Von einigen Chemikern wird angegeben, daß man fuseligen Spiritus durch Destillation mit etwas Chlorkalk reinigen könne. Der Dr. Ure jedoch hat dieses bei vielfachen Versuchen im Kleinen und selbst im Großen durchaus nicht bestätigt gefunden, der Spiritus wurde eher schlechter als besser. (M. s. die Artikel: Franzbranntwein, Branntweinbrennerei, Gährung, Genever, Rum.)

Aloe-Hanf, ein starker, spinnbarer, glänzend weißer Faserstoff, welcher in Mexiko, Südamerika, und neuerlich in Algier aus den Blättern einer Agave-Art gewonnen, und zu Strick- und Tauwerk verarbeitet wird. Er kommt auch unter dem Namen Pite oder Pite-Hanf vor. Zu Paris sind in den letzten Jahren vergleichende Versuche über die Festigkeit der Hanfseile und der Seile aus algierischer Aloe gemacht worden, welche alle zum Vortheile der letztern ausgefallen sein sollen. Von zwei gleich dicken Seilen trug das von Aloe 2000 Kilogramm, das hanfene hingegen nur 400 Kilogramm. Neuerlich ist ein seidener damastartiger Stoff mit Einschuß von Aloefaser als Möbelzeug Mode geworden.

Aludel, ein birnförmiges, an beiden Enden offenes Gefäß, welches bei Destillationen zuweilen als Vorlage gebraucht wird, so namentlich bei der Quecksilbergewinnung in Spanien. S. Quecksilber.

Amalgam. (Amalgame, amalgam.) Jede Verbindung oder Legirung von Quecksilber mit einem andern Metalle nennt man ein Amalgam dieses letztern, z. B. Zinn-, Wismuth-, Gold-Amalgam.

Amalgamation (amalgamation fr. und engl). Ein eigenthümlicher Hüttenprozeß, der sehr im Großen betrieben wird und dazu dient, Silber und Gold aus gewissen Erzen auszuziehen. Er gründet sich auf die Löslichkeit dieser Metalle im Quecksilber, so daß beim anhaltenden Schütteln dieser feinzerstoßenen Erze mit Quecksilber, das in ihnen enthaltene Gold und Silber von denselben aufgenommen wird, während die erdigen Theile zurückbleiben. (M. s. Quecksilber, Metallurgie, Silber.)

Ambos (Enclume, anvil.) Eine Eisenmasse, deren obere Seite verstählt und entweder flach oder auch anders geformt ist, und von den Schmieden und andern Handwerkern gebraucht wird, um Metalle darauf mit dem Hammer zu bearbeiten. An dem gewöhnlichen Amboße sind in der Regel folgende sieben Theile zu bemerken: 1, der Hauptkörper; 2, 3, 4, 5, die vier Eckstücke, die zur Vergrößerung seiner Basis dienen, 6, das flache Horn am obern Ende, welches mit einem

Digitized by Google

senkrecht durchgehenden viereckigen Loche versehen ist, um die Angel eines kurzen Meißels (des sogenannten Abschrotes) aufzunehmen, der zum Abhauen der Eisenstäbe dient; und endlich 7, das runde Horn, ein kegelförmiger Ansatz, über welchen Eisenstangen und sonstige Arbeitsstücke kreisförmig gebogen werden, wie dieß z. B. bei der Anfertigung von Ringen nöthig ist. Diese letztern 6 Stücke werden (bei großen Amboßen) einzeln an den Hauptkörper angeschweißt und nachher gehörig ausgeschmiedet. Zur Anfertigung sehr großer Amboße sind zwei Schmiedeessen nöthig, um allemal die zwei zusammenzuschweißenden Stücke einzeln gehörig heiß zu machen, worauf durch mehrere Arbeiter mit schweren Hämmern die Schweißung so schnell wie möglich bewirkt wird. Auf die nämliche Weise wird auch die für die Bahn, d. h. die obere glatte Seite des Amboßes bestimmte Stahlplatte aufgeschweißt. Ist der Ambos so weit fertig, so wird die Stahlbelegung dadurch gehärtet, daß man den ganzen Amboß rothglühend macht und in kaltem, am besten in fließendem Wasser ablöscht. Hiebei kann jedoch leicht der Uebelstand eintreten, daß wegen ungleicher Abkühlung die Stahlplatte Risse bekommt; was besonders dann der Fall ist, wenn dieselbe eine beträchtliche Dicke hat. Es ist daher in dieser Beziehung rathsamer, die Verstahlung nicht zu dick zu machen. Die Bahn wird nach dem Härten auf einem Schleifsteine abgeschliffen, und bei Amboßen die zu feinern Arbeiten bestimmt sind, mit Schmirgel fein geschliffen, wohl auch mit Kolkothar polirt. Die Grobschmiede pflegen den Ambos lose und ohne weitere Befestigung auf einen großen, am besten eichenen Block, den Amboßstock, zu setzen. Messerschmiede und Feilenhauer befestigen den Ambos auf einem großen Steinblock, und zwar mit Recht, da, je fester der Ambos auf der Unterlage, und somit auf dem Erdboden aufruht, um so kräftiger auch die Schläge des Hammers zur Wirkung kommen.

Ambra (Ambregris, ambergris). Eine krankhafte Sekretion der Leber des Pottfisches (physeter macrocephalus), die man gewöhnlich auf dem Meere schwimmend antrifft. Man findet diese Substanz besonders an den Küsten von Koramandel, Japan, den Molucken und Madagaskar; doch will man sie auch zuweilen schon aus dem Mastdarme der Pottfische der Südsee ausgenommen haben. Sie hat eine hellgraue Farbe, oft mit einem schwarzen Strich, mitunter ist sie auch gelb und schwarz marmorirt; sie besitzt einen starken ganz angenehmen Geruch, einen fettartigen Geschmack, ist leichter als Wasser, schmilzt bei 60° C, löst sich leicht in absolutem Alkohol, Aether, fetten und flüchtigen Oelen. Der eigentliche wohlriechende Bestandtheil, den man Ambrein oder Amberfett genannt hat, beträgt etwa 85 Prozent, und läßt sich durch Digestion der rohen Ambra mit Alkohol von 0,827 spez. Gew., Filtriren und spontane Verdunstung des Alkohols darstellen. Man erhält das Ambrein so in Gestalt einer weißen zarten, faserigen Masse. Durch Behandlung mit Salpetersäure liefert sie Amberfettsäure. Man benutzt die Ambra zu Parfümerien.

Amianth (Amianthus). Ein in seidenglänzenden biegsamen Fasern vorkommendes Mineral; auch Asbest genannt. Die Fasern desselben sind bald mehr bald weniger lang; bald lose zusammenhängend und leicht trennbar; bald fest zu einer steinartigen Masse mit einander verwachsen; bald schneeweiß, bald mehr oder weniger grünlich, röthlich, u. s. w. Man unterscheidet hiernach gewöhnlich edlen und gemeinen Asbest, und gebraucht oft nur für erstern den Namen Amianth. Man hat vielfältig aus Asbest, mit oder ohne Vermischung mit Leinenfasern, Garn, Leinwand, Papier etc. verfertigt, die sich durch ihre Unverbrennlichkeit auszeichnen; allein eine erhebliche ernstliche Anwendung ist von solchen Produkten nie gemacht worden. Sehr allgemein bedient man sich des zerfaserten Asbestes zur Füllung der Fläschchen bei den bekannten chemischen Feuerzeugen, wo er die Bestimmung hat,

Digitized by Google

die in diesen Fläschchen befindliche Schwefelsäure einzusaugen, damit beim Eintauchen der Zündhölzer diese nicht zu sehr von der Säure benetzt werden.

Ammoniak (ammoniaque, Ammonia), auch wohl flüchtiges Alkali genannt, ist im reinen isolirten Zustande ein Gas von eigenthümlichem, höchst stechenden Geruche, übrigens mit allen mechanischen Eigenschaften eines wahren luftförmigen Körpers begabt, verbindet sich jedoch begierig und in Menge mit dem Wasser zu einer tropfbaren Flüssigkeit.

Es besteht aus 3 Raumtheilen Wasserstoffgas und 1 Raumtheil Stickgas, verdichtet zu 2 Raumtheilen, wonach das spez. Gewicht desselben = 0,591 beträgt (das Gewicht der athmosphärischen Luft = 1 gesetzt.) Durch starken Druck und gleichzeitige Anwendung von Kälte läßt es sich zu einer tropfbaren Flüssigkeit, von 0,76 spez. Gew. (Wasser = 1 gesetzt) verdichten. Dem Gewichte nach besteht das Ammoniak in 100 Theilen aus 82,53 Stickstoff und 17,47 Wasserstoff.

Die Darstellung des Ammoniakgases geschieht am besten auf die Art, daß man sein gepulverten Salmiak mit etwa der doppelten Menge gebrannten und zerstoßenen Kalkes in einer eisernen, im Nothfall einer gläsernen Retorte stark erhitzt und das sich entwickelnde Gas über Queckſilber auffängt. Wenn man tropfbares Ammoniak darstellen will, so leitet man das Gas in Wasser, wozu sich der Woulfe'sche Apparat am besten eignet.

Ammoniak entsteht bei sehr vielen chemischen Prozessen, insbesondere bei der trockenen Destillation, und der Fäulniß organischer, vorzüglich thierischer Substanzen. Läßt man Urin einige Tage stehen, so enthält er eine nicht unbedeutende Menge kohlensaures Ammoniak, daher auch früherhin an vielen Orten Urin in großen Quantitäten gesammelt und zur Fabrikation von Ammoniaksalzen verwandt wurde, so wie auch gegenwärtig noch gefaulter Urin seiner alkalischen Beschaffenheit und seines Ammoniakgehaltes wegen zu mancherlei Zwecken, z. B. zur Alaunfabrikation, zum Entfetten (Waschen) der Wolle u. a. gebraucht wird.

Wenn man wollene Lumpen, Horn, Knochen und andere Substanzen in verschlossenen Gefäßen glüht, also der trockenen Destillation unterwirft, so entwickeln sie unter andern Zersetzungsprodukten eine große Menge kohlensaures Ammoniak. Die Hauptquelle der Ammoniakgewinnung ist jedoch gegenwärtig in England die Leuchtgasbereitung aus Steinkohlen. Bei dieser Arbeit nämlich sammelt sich in den Theerbehältern eine wässrige Flüssigkeit, welche fast nur schwefelwasserstoffsaures und kohlensaures Ammoniak enthält. Sättigt man diese Flüssigkeit mit Salzsäure und dampft sie zum Trocknen ab, so bleibt, freilich noch unreiner, Salmiak zurück, den man nachher durch Sublimation reinigt. (M. s. die Artikel Kohlensaures Ammoniak und Salmiak.)

Auch in dem Steinkohlenruß, der sich in Schornsteinen ansetzt, ist schwefelsaures und kohlensaures Ammoniak enthalten, daher auch dieses wohl sonst zur Salmiakgewinnung gebraucht wurde.

Um flüssiges Ammoniak im Großen zu bereiten, bringt man gleiche Theile Salmiak und gebrannten gelöschten Kalk in eine geräumige eiserne Retorte oder Destillirblase und setzt noch soviel Wasser zu, daß das Ganze zu einem Brei wird, in welchem Zustande sich das Ammoniak weit leichter und bei viel geringerer Hitze austreiben läßt, als wenn man, wie bei der Ammoniakgasbereitung, trockenen Kalk anwendet. Zwischen dem Helm der Blase und dem Woulfeschen Apparat wird eine Kühlschlange angebracht, in welcher sich schon eine beträchtliche Menge flüssiges Ammoniak verdichtet. Die in der Blase zurückbleibende, aus Chlorkalzinn und Kalk bestehende Masse hat weiter keinen Werth und wird weggeworfen.

Wasser nimmt in der Kälte ungefähr ein Drittel seines Gewichtes oder 460mal sein eigenes Volumen Ammoniakgas auf.

Digitized by Google

Die folgende Tabelle zeigt den Prozentgehalts der Ammoniakflüssigkeit bei verschiedenem, spezifischen, Gewichte, und enthält die Resultate sehr genauer, von Dr. Ure angestellter und in dem Philosophical Magazine, März 1821, mitgetheilter Versuche.

Ure's Tabelle über den Gehalt der Ammoniakflüssigkeit an reinem Ammoniak und Wasser.

Ammoniak-flüssigkeit von 0,9 spez. Gew.	Ammoniak-prozente.	Wasser-prozente.	Spez. Gew. durch Versuche ermittelt.	Mittleres (berechnetes) spez. Gew.
100	26,500	73,500	0,9000	
95	25,175	74,825	0,9045	0,90452
90	23,850	76,150	0,9090	0,90909
85	22,525	77,475	0,9133	0,91370
80	21,200	78,800	0,9177	0,91838
75	19,875	80,125	0,9227	0,92308
70	18,550	81,450	0,9275	0,92780
65	17,225	82,775	0,9320	0,93264
60	15,900	84,100	0,9363	0,93750
55	14,575	85,425	0,9410	0,94241
50	13,250	86,750	0,9455	0,94737
45	11,925	88,075	0,9510	0,95238
40	10,600	89,400	0,9564	0,95744
35	9,275	90,725	0,9614	0,96256
30	7,950	92,050	0,9662	0,96774
25	6,625	93,375	0,9716	0,97297
20	5,300	94,700	0,9768	0,97826
15	3,975	96,025	0,9828	0,98360
10	2,650	97,350	0,9887	0,98900
5	1,325	98,675	0,9945	0,99447

Ammoniakgummi. Ein Gummiharz. Es ist dieß der eingedickte Saft einer Umbellifere (dorema armeniacum), welche in Persien wächst. Es kommt im Handel theils in Gestalt kleiner, weißer, zusammengebackener Körner oder Thränen, theils in braunen Klumpen vor, wo es dann viele Unreinigkeiten enthält, und hat einen eigenthümlichen Geruch, ungefähr wie Stinkasant, und einen bittern Geschmack. Es wird in der Medizin gebraucht; außerdem eigentlich nur noch zu Kitt, um zerbrochene Porzellan- und Glassachen zu repariren, der auf folgende Art gemacht wird. Man nimmt 2 Loth Hausenblase und kocht diese mit 12 Loth Wasser bis auf 6 Loth ein, setzt dann 3 Loth Spiritus zu, kocht diese Mischung eine bis zwei Minuten, filtrirt sie, gibt, während sie noch heiß ist, erst 1 Loth einer milchigen Emulsion von Ammoniakgummi, und darauf 1¼ Loth einer weingeistigen Lösung von Mastix hinzu; dieser so erhaltene Kitt kommt dem in London verkäuflichen diamond cement sehr nahe. Das Rezept ist dem Dr. Ure von einem angesehenen Chemikalienhändler mitgetheilt worden.

Ananas (Garn und Zeug). Im December 1836 hat Zinke ein Patent auf ein Verfahren genommen, aus den Blättern der Ananas (Bromelia Ananas) eine zum Verspinnen und Verweben brauchbare Faser zu gewinnen. Die Blätter werden gepflückt, von den Stacheln an den Rändern befreit, indem man sie mit einem Instrumente beschneidet, und dann auf einem hölzernen Blocke mit einem hölzernen Hammer geklopft, bis eine seidenglänzende Masse von Fasern bloß gelegt ist, die man nun durch Waschen von dem grünen Fleisch reinigt. Man bringt nun die Fasern in möglichst gerade Lage, und läßt sie zwischen hölzernen Walzen durchgehen. Das Pflücken der Blätter geschieht am besten zwischen der Zeit ihres vollendeten Wachsthums und dem Reifen der Frucht; pflückt man

Digitized by Google

sie früher oder später, so sind die Fasern nicht so biegsam, und müssen dann einige Stunden lang in Seifenwasser gekocht werden, wobei es jedoch nöthig ist, sie in gerader Richtung übereinander zu legen und mit einem hölzernen Gitter zu beschweren, damit sie sich nicht verwirren.

Nach dem Waschen und Trocknen, wobei man sie noch mitunter etwas durchschüttelt, erscheint die Ananasfaser von einer seidenartigen Feinheit. Sie kann dann zu lockerem Vorgespinnst versponnen, und am besten in diesem Zustande auf gewöhnliche Weise gebleicht werden.

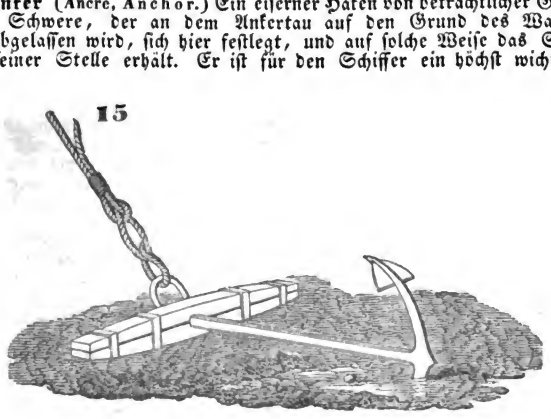
Proben von gebleichtem und ungebleichtem Kambrik aus Ananasgarn gewebt, sind kürzlich in London zu sehen gewesen und sollen hinsichtlich des schönen Ansehens dem feinsten Flachse nichts nachgeben, jedoch, nach der Behauptung des Dr. Ure, in Betreff der Stärke weit hinter dem Flachse zurück gestanden haben.

Anime. Ein Harz von hell bräunlich-gelber Farbe, durchscheinend und spröde. Es fließt aus dem Kourbarilbaume, der in Cayenne, und mehreren Theilen von Südamerika wächst; kommt in Stücken von verschiedener Größe vor und schließt oft eine solche Menge von Insekten, noch lebender Spezies, ein, daß man ihm nach diesem Umstande den Namen animé (belebt, beseelt) nicht mit Unrecht gegeben hat. Es enthält etwa ¼ Prozent flüchtiges Oel, woher es einen recht angenehmen Geruch hat. Weder Alkohol noch Kautschuköl löst nach Ure's Versuchen das echte Animeharz auf, eine Mischung beider aber zu gleichen Theilen, erweicht dieß Harz zu einer zitternden Gallerte, ohne es jedoch zu einer Flüssigkeit aufzulösen; bei diesem gallertartigen Zustande ist es leicht, die Insekten so vollständig herauszubringen, daß sie auch an den zartesten Theilen keinen Schaden nehmen.

Verschiedene, von Dr. Ure untersuchte Animesorten, zeigten ein spez. Gewicht von 1,054 bis 1,057. Setzt man es in einer Glasretorte über einer Spirituslampe vorsichtig einer mäßigen Hitze aus, so wird es weich und kann ohne Aenderung der Farbe geschmolzen werden. Es entwickelt hiebei weiße, sehr angenehm riechende Dämpfe in geringer Menge, die nach Ure aus Bernsteinsäure bestehen.

Das Anime wird in großer Menge zur Firnißbereitung verbraucht; zu welchem Behuf man es bei ziemlich starker Hitze schmilzt, und dann mit gekochtem Leinöle oder anderem Firniß vermischt.

Anker (Ancre, Anchor.) Ein eiserner Haken von beträchtlicher Größe und Schwere, der an dem Ankertau auf den Grund des Wassers herabgelassen wird, sich hier festlegt, und auf solche Weise das Schiff an seiner Stelle erhält. Er ist für den Schiffer ein höchst wichtiges



Digitized by Google

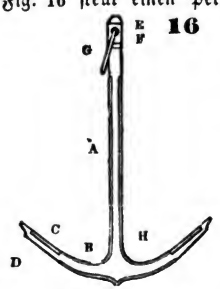
Instrument, da bei vielen Gelegenheiten die Sicherheit des Schiffes wesentlich von dem Halten des Ankers abhängt, besonders in der Nähe eines dem Winde gegenüberliegenden Ufers, wo es sonst leicht stranden oder Schiffbruch leiden könnte.

Die Anker werden fast allgemein von Schmiedeisen gemacht, und nur einige Völker, die das Eisen nicht zu bearbeiten verstehen, haben kupferne Anker. Die Art wie ein Anker zur Wirkung kommt, ergibt sich aus Fig. 15. Der Anker, der sich mit der einen Schaufel in den Boden eingesenkt hat, kann offenbar dem Zuge des Taues nicht nachgeben, ohne den Grund, soweit er in ihn einfaßt, aufzureißen. Geschieht dieß dennoch, indem vielleicht die Beschaffenheit des Bodens, oder eine ungünstige Lage des Ankers, ihm nicht den gehörigen Stützpunkt gewährt, oder die Heftigkeit des Sturmes ihn gewaltsam losreißt, so kann dies dem Schiffe sehr gefährlich werden (das Schleppen, the dragging); hat sich aber ein Anker gehörig festgelegt, so reißt eher das Ankertau, oder der eingesenkte Arm bricht ab, als daß er nachgibt.

Man macht die Anker von sehr verschiedener Größe, und gibt ihnen auch je nach ihren Zwecken besondere Namen; so unterscheidet man den großen Anker (sheet anchor), den Buganker (best bower), den kleinen Buganker (small bower), den Reserveanker (spare anchor), und den Bugsir- oder Wurf-Anker (kedge anchor).

Große Schiffe der ersten Klasse haben sieben Anker, kleinere Schiffe, als Briggs und Schoone, nur drei.

Die Verfertigung des Ankers erfordert eine sehr genaue Kenntniß von der Struktur des Eisens, und eben so große Geschicklichkeit in seiner Bearbeitung. Perring, Oberkontroleur in Plymouth hat eine verbesserte Methode des Ankerschmiedens eingeführt, nach welcher alle Theile des Ankers auf's Vollkommenste dem Zuge angepaßt sind, den sie auszuhalten haben, und die auf den folgenden Grundsätzen beruht. Fig. 16 stellt einen Perring'schen Anker dar. A ist die Ruthe, B sind die Arme, C die Schaufeln, D die Blätter (blades), E ist das viereckige Ende der Ruthe, F die Nuß (nut), G der Ring, H die Krone (crown).



Früher bildete man die Ruthe aus einer Anzahl viereckiger Eisenstäbe, die parallel neben einander zu einem zylindrischen Bündel vereinigt, durch eiserne Bänder zusammengehalten und zusammengeschweißt wurden. Hiebei nun wurden die äußeren Stangen, wegen der so häufigen Hitzen, die man geben mußte, zum Theil verbrannt und verdorben. Perring hilft diesem Uebelstande dadurch ab, daß er die Ruthe aus flachen Stangen von der Breite der ganzen Ruthe, bildet, die er zusammenbindet und in zwei Hitzen vollständig zusammenschweißt. Wer je die Bearbeitung von gepuddeltem Eisen unter dem schweren Eisenhammer gesehen hat, wird dieses rasche Zusammenschweißen der Stangen zu einer Ankerruthe in zwei Hitzen nicht für unmöglich halten.

Die Krone bildet er auf ganz ähnliche Weise wie die Ruthe, durch Zusammenschweißen breiter flacher Stangen. Der wichtigste und schätzbarste Theil seiner Erfindung besteht in der Art, die Arme mit der Krone zu verbinden. Man schweißt nämlich nicht die sämmtlichen zu der Krone bestimmten Stangen gleich gerade zusammen, sondern bildet erst zwei Hälften der Breite nach, die man jede für sich schweißt, legt diese dann wieder aneinander, und schweißt sie an dem Theile, der

Digitized by Google

sich an die Ruthe anschließen soll, in eine Masse zusammen; während man sie unten, wo nachher die Arme angesetzt werden, getrennt läßt, Es kommt nun darauf an, diese freistehenden Enden in entgegengesetzter Richtung auseinanderzubiegen, um so hakenförmige Ansätze zu bekommen, auf welche nachher die Arme aufgeschweißt werden. Zu dem Ende macht man die Stelle, wo die Auseinanderbiegung vorgenommen werden soll, glühend, bringt sie auf einer stark befestigten, mit mehreren aufstehenden Zapfen versehenen Eisenplatte in eine unverrückte feste Lage, und biegt nun die Enden mittelst zweier, eigens zu diesem Zwecke an sie angeschweißten Hebel-Stangen auseinander.

Indem auf solche Weise ein Theil des Armes aus der Krone selbst gebildet ist, wird eine viel genauere und sicherere Vereinigung der Arme mit der Krone erzielt, als wenn die Verbindung nur durch eine kurze oberflächliche Zusammenschweißung bewirkt wird. In die durch das eben beschriebene Auseinanderbiegen der beiden Hälften entstehende einspringende Vertiefung an der, der Seite B H (Fig. 16) gegenüberliegenden Seite, wird ein kurzes dickes Stück Eisen eingeschweißt, und nunmehr eine, ebenfalls aus mehreren flachen Stangen zusammengeschweißte Schiene, welche die Arme bildet, jedoch nur ungefähr die Hälfte der Breite des dickeren Endes der Arme hat, auf das untere Ende der Krone und der seitwärts gebogenen Ansätze aufgeschweißt, so daß nach der Mitte zu, wo diese Ansätze und die Schienen an einander liegen, die ganze Breite des Armes herauskommt, während zu beiden Seiten die Schiene über die Ansätze hervorragt, und so die dünnern Enden der Arme bildet.

Die Ruthe wird nunmehr an die Krone angeschweißt, das viereckige Ende geformt, die Nüsse angeschweißt, das Loch für den Ring durchgeschlagen, und die Ruthe gehörig ausgeschmiedet. Die Schaufeln werden folgendermaßen hergestellt. Man biegt zuerst eine Stange ungefähr in der Form der Peripherie der Schaufel. Um dieß zu erleichtern, kann man die Stange an den Punkten der stärksten Biegung vorher einkerben. Die Stange muß so lang sein, daß außer dem gebogenen Ende noch ein guter Theil übrig bleibt, woran man das Stück während der Bearbeitung handhabt. Man legt nun zwei Eisenplatten der Länge nach über die gebogene Stange, und bedeckt die mittlere Fuge mit einer dritten. Hat man diese zusammengeschweißt, so füllt man den unteren Raum innerhalb der gebogenen Stange ebenfalls mit mehreren Eisenplatten aus, und schweißt nun Alles sehr genau zusammen, wobei nöthigen Falls noch Stücke an die Seiten angelegt werden, um die Spitzen der Schaufel abzugeben. Ist nunmehr die Schaufel fertig, so schweißt man das Blatt auf sie auf, und den vorspringenden Theil des letzteren auf den an der Krone sitzenden Theil des Armes; womit dann die Schmiedearbeit fertig ist.

Das Aneinanderschweißen der verschiedenen Theile, die zu einem Anker gehören, geschieht durch einen eigenen Apparat, der im Englischen a **Monkey** genannt wird, und aus einem schweren Eisenblock besteht, der zwischen zwei vertikalen Balken in die Höhe gezogen wird, und auf die schweißwarmen, an einander gelegten Stücke herabfällt. Die Einrichtung dieses **Monkey** kommt demnach mit der einer gewöhnlichen Ramme wesentlich überein. Ein ähnlicher Apparat ist der **Herkules**, bei dem sowohl, wie bei dem **Monkey** das Aufziehen des Bären oder Klotzes durch eine Anzahl Arbeiter, die an einem, über eine Rolle laufenden Stricke ziehen, bewirkt wird.

Außer der so eben beschriebenen Perring'schen Methode, gibt es noch mehrere andere, bei welchen jedoch mechanische Hülfsmittel in noch größerer Ausdehnung zu Hülfe genommen werden.

Das obere Ende der Ruthe, F, ist viereckig, damit der Ankerstock, der darauf befestigt wird, unverrückbar fest sitzt und besonders sich nicht

Digitized by Google

dreht; um ihn auch in der Längenrichtung der Ruthe an seinen Platz zu halten, sind zwei zapfenartige Vorsprünge an der Ruthe angebracht, welche in den Stock eingelassen werden.

Der Theil H, zwischen den Armen und der Ruthe, wird wohl der Hals des Ankers genannt. Die Arme selbst machen mit der Ruthe gewöhnlich einen Winkel von 56°, und sind entweder rund oder kantig, und ungefähr halb so lang, wie die Ruthe.

Der Ankerstock wird aus Eichenholz gemacht und besteht aus zwei Balken, die das viereckige Ende der Ruthe umfassen und, wie die Fig. 15 darstellt, mit eisernen Bolzen und Bändern fest zusammen gehalten werden. Der Stock ist gewöhnlich etwas länger als die Ruthe, hat in der Mitte eine Dicke von ungefähr $^1/_6$ seiner Länge, läuft aber nach beiden Enden verjüngt zu, und ist hier nur halb so dick als in der Mitte. Bei kleinen Ankern macht man auch den Stock von Eisen, wo er dann aber nicht die Ruthe umfaßt, sondern durch ein Loch in dem viereckigen Theile hindurch geht.

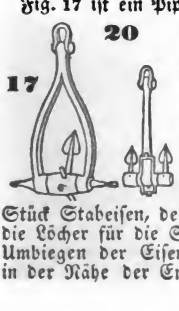
Das Gewicht eines Ankers richtet sich nach dem Tonnengehalte des Schiffes, für das er bestimmt ist. Eine gute Regel ist die, dem Anker so viele Centner Gewicht zu geben, wie der zwanzigste Theil des Tonnengehaltes des Schiffes beträgt. Ein Schiff von 1000 Tonnen muß also einen Anker von 50 Centnern haben; die Anker der Kriegsschiffe sind verhältnißmäßig noch etwas schwerer.

Im November 1822 ist einem Hrn. Piper ein Patent auf mehrere neue Formen von Ankern ertheilt worden, die nach der Behauptung des Erfinders in der Stärke große Vorzüge vor allen früher üblichen Sorten haben sollen.

Die Hauptaufgabe hiebei bestand darin, die Theile des Ankers so zu construiren und anzuordnen, daß sie den Zug in der Richtung der Fasern des Eisens, in welcher dieses die größte Festigkeit hat, erleiden, und daß ein Kreuzen oder eine Biegung der Fasern, wie diese bei den Verbindungen der Ruthe, der Arme und der Krone Statt findet, die doch den größtmöglichen Grad von Festigkeit erfordern, soviel wie möglich vermieden wird. In dieser Beziehung sind die meisten Anker fehlerhaft construirt; denn bei der Verbindung der Ruthe und der Kronstücke kreuzen sich entweder die Fasern, oder werden doch durch die starke Biegung mehr oder weniger in Spannung gesetzt, folglich geschwächt, während gerade an dieser Stelle die größte Stärke Noth thut. Außerdem ist es bei dem Zusammenschweißen so großer, dicker und schwerer Stücke, durch die die Hammerschläge nicht so leicht hindurch dringen, gar leicht möglich, daß im Innern unvollkommen verbundene Stellen bleiben, die äußerlich nicht zu erkennen sind.

Piper geht nun von dem Grundsatze aus, daß in allen Theilen des Ankers, die große Festigkeit haben müssen, die Faser des Eisens möglichst genau der Richtung des Zuges parallel laufen müsse.

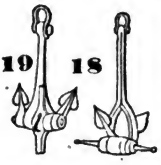
Fig. 17 ist ein Piperscher Anker mit einem drehbaren Arme. Der untere Theil desselben besteht aus einem hohlen Zylinder, von welchem ein kurzer Arm mit der Schaufel ausgeht, und welcher sich um eine Spindel dreht, die durch die Enden der gabelförmig gestalteten Ruthe hindurch geht. Rechtwinklig gegen die Richtung des Armes geht durch den Zylinder ein an beiden Seiten vorstehender Bolzen, der dazu dient, den Arm, sobald er sich in den Grund eingegraben hat, in seiner Stellung zu erhalten. Die gabelförmige Ruthe besteht aus einem einzigen starken Stück Stabeisen, dessen Fasern also in der Richtung des Zuges laufen; die Löcher für die Spindel werden nicht etwa durch ein ringförmiges Umbiegen der Eisenstange, sondern dadurch erzeugt, daß man diese in der Nähe der Enden mit dem Meißel aufhaut, und die so gebil-



Digitized by Google

deten Schlitze nach beiden Seiten zu einem runden Loche ausbiegt. Der Zylinder und der daran sitzende Arm bestehen aus einem einzigen Stück Eisen; das Loch für die Spindel ist auf die nämliche Art, wie vorhin beschrieben, ohne alle Schweißung hergestellt. Die Spindel endlich ist ebenfalls gerade, ragt aber an beiden Seiten weit hervor, und versieht so den Dienst des Ankerstockes, denn, wenn zufällig das eine der Spindelenden beim Herabsinken des Ankers auf den Boden treffen sollte, so legt sich der Anker gleich dergestalt herum, daß die Schaufel in den Boden eindringen kann. Statt einer so langen Spindel kann indessen auch ein wirklicher eiserner Ankerstock an dem oberen Ende der Ruthe angebracht werden. Beim Herabfallen des Ankers fällt die Schaufel durch ihr Gewicht allemal nach der Seite des Ankers hin, die dem Boden zunächst ist, und gräbt sich, sowie ein Zug auf den Anker ausgeübt wird, in den Boden ein *).

In Fig. 18 ist ein anderer Anker vorgestellt, der sich auf das nämliche Prinzip gründet, und nur in der Form von dem vorigen etwas abweicht. Einentheils ist die Gabel viel kürzer, dagegen mit einer längeren Ruthe versehen; anderntheils hat er zwei Arme, von denen allemal der eine in den Boden eindringt, während sich der andere gegen die Gabel stemmt, und so den ersteren in dem angemessenen Winkel zu der Richtung der Ruthe erhält.



Noch eine andere Abweichung in der Form dieser verbesserten Anker zeigt Fig. 19. Dieser hat ebenfalls zwei drehbare Arme, die aber beide zugleich in den Boden eindringen sollen. Auch hier läuft die Faser des Eisens in allen Theilen möglichst grade, und die Löcher zur Aufnahme der Spindel und des obern Bolzens sind auf die vorher beschriebene Art, ohne Schweißung oder Durchschneidung der Fasern hergestellt. Auch dieser Anker bekommt an seinem unteren Ende eine in der Figur sichtbare Vorrichtung, in Gestalt eines zweiarmigen Hebels, wodurch die Arme allemal in die zum Eindringen der Schaufeln in den Boden erforderliche Lage gedreht werden. Die Arme sitzen in diesem Anker an der Spindel fest, welche sich in den Löchern des untern gabelförmigen Endes der Ruthe dreht.

Fig. 20 hat eine Ruthe ganz ohne Gabel; die Vorrichtung zum Drehen der Arme ist hier ein länglicher eiserner Rahmen, der mit den drehbaren Armen selbst an der Spindel befestigt ist, die durch den untern Theil des Ankers geht.

Die Hauptsache bei diesen neuen Ankern besteht, wie schon erwähnt, darin, daß überall die Faser des Eisens in der günstigsten Richtung läuft, und nicht durch Biegungen oder Kreuzungen leidet, und daß alle Schweißungen größerer Stücke, die immer unsicher sind, wegfallen. Die Anfertigung solcher Anker bietet den unverkennbaren Vortheil dar, daß, indem sie aus mehreren einzelnen getrennten Stücken bestehen, ein jedes derselben mit viel größerer Sorgfalt geschmiedet werden kann, als wenn man ein einzelnes, so außerordentlich großes Stück, wie ein gewöhnlicher Anker ist, handhaben muß. Diese Anker können daher bei derselben Stärke viel leichter sein als die gewöhnlichen; und wenn sie einmal Schaden nehmen, so lassen sich die einzelnen Stücke leicht auseinander nehmen und repariren; auch kann man von den Theilen, die am ersten einer Beschädigung ausgesetzt sind, mehrere Exemplare an Bord führen, um sie nöthigenfalls einzusetzen. Die Zusammensetzung der Stücke ist so leicht zu beschaffen, daß ein Anker von 30 Zentner Gewicht von Einem Arbeiter in Zeit von 20 Minuten auseinander genommen oder zusammen-

*) Man ersieht nicht recht, auf welche Weise ein Ueberschlagen, nämlich eine zu weit gehende Drehung mit der Schaufel, verhindert wird. Anm. d. Beard.

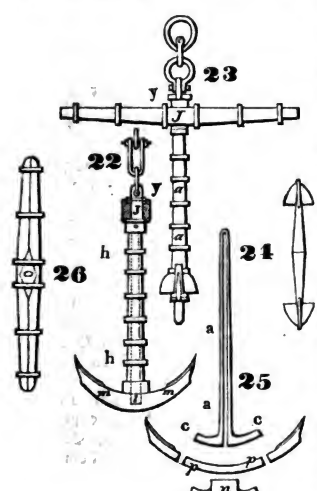
Digitized by Google

gesetzt werden kann. Endlich ist auch der Vortheil nicht zu übersehen, daß sie im auseinandergenommenen Zustande äußerst wenig Raum wegnehmen, und daher an jedem beliebigen Orte im Schiffe aufbewahrt werden können.

Der Anker Fig. 21 ist von Brunton erfunden, und im Februar 1822 patentirt. Bei ihm ist der Stock unten an der Krone befestigt, wo er besser, als bei der gewöhnlichen Einrichtung, den Anker in die zum Eindringen der Schaufeln nöthige Lage bringen soll. Der Stock ist eine zylindrische eiserne Stange, die durch die Krone hindurch geht, und an beiden Enden mittelst schräger, an die Ruthe angebolzter Streben befestigt ist. Die Form des Ankers ergibt sich aus der Figur; man sieht die Ruthe in vertikaler Stellung, den einen Arm mit der Schaufel nach Vorne gekehrt. Die Enden des Stockes sind mit schwalbenschwanzförmigen, im vertikalen Durchschnitt ovalen Zapfen versehen, und werden durch entsprechende, ovale, an der Außenseite versenkte Löcher der Streben gesteckt, und hier vernietet, während die oberen Enden dieses letztern durch einen starken Bolzen an die Ruthe befestigt werden. Nach der Ansicht des Patentträgers sollen seine Anker wesentliche Vortheile darbieten; theils hinsichtlich der Stärke, theils der Oekonomie, sofern ein geringeres Gewicht an Metall denselben Zweck erfüllt, wie sonst ein größeres.

Eine andere, recht sinnreiche Einrichtung der Anker rührt von dem Lieutenant Rodgers her und ist im Jahre 1828 patentirt. Der Erfinder hat nachher im Jahre 1829 auf eine etwas abgeänderte Einrichtung ein zweites Patent genommen. Bei dieser wird die Ruthe aus parallelen Schienen gebildet, die man durch herumgelegte eiserner Bänder oder Ringe verbindet.

Fig. 22 und 23 stellen diesen Anker in Vorder- und Seitenansicht dar, Fig. 24 ist eine Ansicht der Krone, der Arme und Schaufeln von unten. Fig. 25 zeigt die beiden Hauptschienen a a, welche zusammen die Ruthe bilden, zugleich aber auch durch die kurzen umgebogenen Enden o o einen Anhaltspunkt zur Befestigung der Arme geben. Das Kronstück wird an diese gebogenen Enden o o sowohl, als an das untere Ende l des Mittelstückes h h angeschweißt, und die Arme m m eingeschnitten, um die Schaufeln aufzunehmen. Bevor man jedoch die Schaufeln ansetzt, wird der Krone und dem Halse dadurch mehr Festigkeit gegeben, daß man das mit zwei Lappen versehene Stück n über das Kronstück, das Ende l des Mittelstückes h h und über den Hals überschweißt, wodurch diese Theile in die innigste Verbindung kommen. Demnächst erhalten auch die kurzen Arme o o durch das Aufschweißen zweier flacher Stücke p p, von denen das eine auf die vordere, das andere auf die hintere Seite zu liegen kommt, die nöthige Festigkeit.



Dasselbe Patent bezieht sich auch auf eine verbesserte Art, den Anker-

Digitized by Google

stock auf der Ruthe zu befestigen. (M. s. Fig. 23 und 26.) Der Stock kann nach Belieben aus zwei Stücken, oder auch aus Einem Balken bestehen; doch muß er, bevor man ihn auf die Ruthe aufbringt, ganz fertig gemacht werden. Er bekommt in der Mitte ein Loch, womit er auf die Ruthe aufgesetzt wird. An jeder Seite wird nun eine Stockplatte eingelassen und mit Nägeln, deren Köpfe versenkt werden oder auch mit Bändern befestigt, worauf dann noch, wie gewöhnlich, mehrere Bänder auf den Stock aufgeschlagen werden.

Statt eines Ringes versieht er das obere Ende der Ruthe mit einem Bügel, der für Ankerketten hinreicht; für Ankertaue dagegen hängt er mittelst eines zweiten Bügels einen Ring von entsprechender Größe an. (M. s. Fig. 22 und 23.)

Derselbe Lieutenant Rodges schlägt in einem andern Patente vom Juli 1833 eine veränderte Größe und Gestalt der Schaufeln vor; indem er die Beobachtung gemacht haben will, daß nicht nur Anker mit kleinen Schaufeln besser als mit großen festhalten, sondern daß selbst die bloßen Arme eines Ankers, ganz ohne Schaufeln sich fester in den Grund setzen, als Anker der alten Art, und von gleichem Gewicht und übrigens derselben Form. Er gibt daher den Schaufeln seiner Anker nur den fünften Theil der Länge des Armes, dagegen aber eine etwas größere Breite.

Ankertau. (M. s. Kettentaue.)

Ankerwinde. (Cabestan, capstan.) Eine Maschine, über die beim Lichten der Anker das Ankertau geschlagen und so aufgewunden wird, daß zur Zeit immer nur einige Umgänge des Taues auf der Winde sind, und, während sich nach einander neue Theile des Taues aufwickeln, die frühern Windungen in gleichem Maße wieder abgezogen werden. Es ist eine sehr große Rolle, die im Verhältniß zu ihrem Durchmesser sehr breit ist, und sich um eine vertikale Achse dreht. Das obere Ende der Winde ist mit einem Kopf versehen, durch den mehrere horizontale Löcher hindurchgehen, in welche man bei der Arbeit die Enden von langen Stangen einsteckt, an welchen die Leute, indem sie in einem Kreise herumgehen, die Winde drehen. Die Kraft, die auf die äußeren Enden der Stangen oder Hebel ausgeübt wird, verhält sich (wenn nämlich Kraft und Last im Gleichgewicht sind) zu der zu überwindenden Last, also dem Gewicht des Ankers, wie der Halbmesser der Rolle, zu dem Halbmesser des Kreises, den die Arbeiter beschreiben. Bei dieser Rechnung muß übrigens der Halbmesser der Rolle oder Winde um die Hälfte der Dicke des Ankertaues größer angenommen werden; man rechnet die Kraft eines Mannes bei fortlaufender Arbeit zu 27 engl. Pfd., die er, wenn sie z. B. an einem Seile hängen, das über eine Rolle geschlagen wäre, mit mäßiger Geschwindigkeit würde aufziehen können. Eine genaue Berechnung der Wirkung der Ankerwinde ist jedoch kaum möglich, weil die Reibungsverhältnisse so schwankend sind.

Ein starker Mann zieht das Ankertau, welches in zwei oder drei Windungen um die Winde herumliegt, beständig an dem Ende, welches die Winde verläßt, und welches er in Empfang nimmt, stark an, so daß sich das Tau mit solcher Reibung um die Winde schlingt, daß es dem Gewichte des Ankers nicht nachgibt.

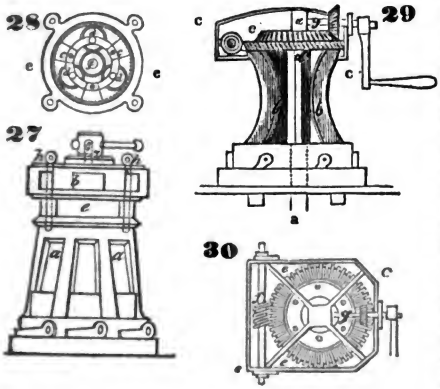
Der Schiffbaumeister Hindmarsh ließ sich im Februar 1827 ein Patent auf eine Einrichtung geben, wodurch die Ankerwinde erforderlichen Falls mittelst eines Mechanismus gedreht werden kann. Er bringt nämlich, zum Theil in dem hohlen Kopfe, zum Theil auf dem obern Ende des abgestumpft kegelförmigen Körpers oder Rumpfes, auf welchen sich das Tau windet, ein Räderwerk an.

Der hohle Kopf nämlich sowohl, wie der Rumpf sind beide, jedoch einzeln und unabhängig von einander, um die mittlere, auf dem Deck

Digitized by Google

des Schiffes feststehende vertikale Achse drehbar; und können entweder durch das Räderwerk in mittelbare, oder, wenn man das Räderwerk nicht benutzen will, durch ein Paar Bolzen in unmittelbare Verbindung gesetzt werden. In diesem letzteren Falle, wo also Kopf und Rumpf durch Bolzen verbunden sind, und so Einen Körper bilden, ist die Wirkung von der einer gewöhnlichen Ankerwinde nicht verschieden; dreht man nämlich den Kopf mittelst der durchgesteckten Hebestangen um, so macht auch der Rumpf dieselbe Drehung mit; will man dagegen eine größere Kraft, oder mit weniger Leuten dieselbe Kraft, wie sonst durch mehrere, ausüben, so hebt man die unmittelbare Verbindung zwischen Kopf und Rumpf dadurch auf, daß man die Bolzen herauszieht, und setzt dagegen das Räderwerk in Eingriff, so daß jetzt, beim Drehen des Kopfes, der Rumpf zwar langsamer, aber auch mit um so größerer Kraft mitgedreht wird.

Fig. 27 ist eine äußere Ansicht, Fig. 28 dagegen eine Ansicht des zwischen dem Kopfe und Rumpfe horizontal liegenden Mechanismus. Der kegelförmige, mit den Oeffnungen a a versehene Rumpf der Winde dreht sich, wie gesagt, auf der vertikalen feststehenden Achse; eben so auch der Kopf b. Der ringförmige Rahmen c c (Fig. 28), in welchem die Zapfen der Räder d d d laufen, ist an der mittleren Hauptachse festgemacht, liegt also unverrückbar fest. Der an der Innenseite gezahnte Ring e e e dagegen ist auf das obere Ende des Rumpfes befestigt, das Getrieb f endlich an dem Kopfe; dieses Getrieb läßt sich mittelst der Schraube g auf- und abwärts schieben, und bildet so eine Auslösung. Schraubt man es nämlich in die Höhe, so kommt es außer Verbindung mit den Rädern, schraubt man es herab, so wird der Eingriff wieder hergestellt. Wenn in diesem letzteren Falle der Kopf, und somit auch das daran sitzende Getrieb f gedreht wird, so treibt dieses die Räder d d d um, und diese wieder mittelst des Ringes e e den Rumpf. Wird dagegen das mittlere Getrieb ausgelöst, und werden die Bolzen h h eingesteckt, so ist die Wirkung die einer gewöhnlichen Winde. Die Vermehrung der Kraft durch den Mechanismus gegen die Kraft ohne denselben ist in dem Verhältniß des inneren Durchmessers des gezahnten Ringes e e zu dem Durchmesser des Getriebes f.



Schon im Jahre 1819 erhielt der Kapitän Phillips ein Patent auf eine verbesserte Ankerwinde, die zum Theil, und nur mit unbedeutenden Unterschieden auf demselben Prinzip beruht.

Die von James Brown erfundene, und im Jahre 1833 patentirte Ankerwinde unterscheidet sich von der gewöhnlichen dadurch, daß sie nicht durch Hebelstangen, sondern durch Kurbeln und Verzahnung umgedreht wird. Fig. 29 und 30 stellen diese Ankerwinde dar. a a ist eine, auf dem Schiffsdeck befestigte, aufrecht stehende Achse, um welche sich die Winde

Digitized by Google

dreht. Der Rahmen o e, der an jener Achse festsitzt, enthält das Triebwerk mit den daran sitzenden Kurbeln. Der Rumpf der Winde trägt zwei, mit ihm in fester Verbindung stehende Räder, von denen das untere, d, mit schräg liegenden, in die Schraube ohne Ende, f, eingreifenden Zähnen versehen, das obere dagegen ein konisches Stirnrad ist, und mit dem konischen Getriebe g, welches ein Lager in der Hauptachse a, das andere in dem Rahmen o e hat, in Eingriff steht. Die Lager für die Schraube ohne Ende, f, sind in winkelförmigen Schlitzen des Rahmens o (ungefähr in der Gestalt der Schlitze eines Bajonnets) verschiebbar, so daß man nach Belieben den Eingriff der Schraube in die Zähne des unteren Rades aufheben oder herstellen kann. Auf ähnliche Weise ist auch das Getrieb g zum Auslösen eingerichtet. Der Zweck dieser Auslösungen ist einleuchtend. Das Getrieb nämlich und die Schraube ohne Ende können nicht beide zugleich gebraucht werden, weil sie eine sehr verschiedene Umdrehungsgeschwindigkeit haben müßten; auch ist es keineswegs die Absicht, daß an beiden gleichzeitig gedreht werden soll; sondern das Getrieb ist für solche Fälle bestimmt, wo eine nicht sehr große Last mit möglichster Geschwindigkeit zu heben ist, während die Schraube ohne Ende eine äußerst langsame, dagegen aber auch um so kräftigere Drehung gestattet. Für kleine Lasten dient also das Getrieb, für große die Schraube ohne Ende. Bei sehr großen Ankerwinden bringt der Patentträger zwei oder vier Getriebe an, an welchen zugleich gedreht wird; auch wendet er zum Drehen, statt der einfachen Kurbeln, wohl Kreuze mit vier Armen an, so daß an jedem Getriebe mehrere Leute bequem zugleich arbeiten können.

Anlassen oder **Nachlassen** des Stahls (recuire, tempering) ist das Verfahren, gehärteten Stahlwaren durch gelinde Erhitzung größtentheils ihre Sprödigkeit zu benehmen, wobei aber in gleichem Maße ihre Härte sich vermindert. S. Stahl.

Anthrazit. Von ἄνθραξ (Kohle). Eine Art natürlicher Kohle, die besonders im Uebergangsgebirge vorkommt, eine grauschwarze oder eisenschwarze Farbe, einen, mitunter schwach metallischen Glanz, muschligen Bruch und ein spez. Gewicht von 1,4 bis 1,6 besitzt, mithin bedeutend schwerer ist, als gewöhnliche Steinkohle. Er besteht fast gänzlich aus Kohlenstoff, und enthält neben diesem nur noch kleine, unbestimmte Mengen von Eisen, Kieselerde und Thonerde. Der großen Dichtigkeit wegen ist der Anthrazit sehr schwer entzündlich, und löscht, besonders in kleinen Portionen, leicht wieder aus. Auf einem Rost, und bei starkem Zuge brennt er jedoch recht gut, ohne Rauch und ohne Geruch, und hinterläßt gewöhnlich einen erdigen Rückstand.

In Europa wird im Allgemeinen wenig Anthrazit gebrannt, theils weil er hier nicht eben in großen Massen vorkommt, theils auch seiner geringen Brennbarkeit wegen. In den vereinigten Staaten von Nordamerika dagegen, wo sich keine, oder doch nur wenig Steinkohle findet, bildet Anthrazit fast das alleinige Brennmaterial, und ist daher für diese Länder ein höchst wichtiges Mineral. Man brennt ihn hier in besonders konstruirten Oefen, die einen außerordentlich starken Zug haben.

In Pennsylvanien hat man den Anthrazit in einer Breitenerstreckung von mehreren Meilen, und einer Länge, die sich durch die ganzen Distrikte Luzerne und Schuylkill erstreckt, verfolgt. In Mauch Chunk auf dem Lehigh waren schon im Jahre 1825 800 Arbeiter in den Anthrazitgruben beschäftigt; 750000 Bushels = 49670 Pr. Scheffel gingen allein nach Philadelphia. Die Gewinnung des Anthrazits macht dort wenig Arbeit und Kosten, da er auf Hügeln von 5- bis 600 Fuß über dem Niveau der nächsten Flüsse und Kanäle in fast horizontalen Lagern von 15 bis 20 Fuß Mächtigkeit vorkommt, die noch dazu nur mit einer dünnen, wenige Fuß mächtigen Schicht von sandigem Lehm bedeckt sind.

In Portsmouth auf Rhode Island ist ein weit ausgedehntes Anthrazit-

Digitized by Google

lager nur mit wenigen Unterbrechungen 20 Jahre lang ausgebeutet worden, und erst kürzlich wurde zu Worcester in Massachusets am Anfange des Blackstone-Kanals ein Lager entdeckt.

Der Mr. Crane in Süd-Wales hat jetzt angefangen, Anthrazit sowohl in Hohöfen, zur Eisengewinnung, als auch beim Umschmelzen des Eisens im Kupolofen zu verwenden.

Antimon (Spießglanz, antimoine, Antimony.) Kommt in mehreren Verbindungen, auch gediegen, in der Natur vor, doch nur eine, nämlich das Schwefelantimon oder Grauspießglanzerz, findet sich in heinreichender Menge, um die Gewinnung im Großen möglich zu machen. Es kommt gewöhnlich in nadelförmigen, zu größeren Massen zusammengehäuften Krystallen von bleigrauer, etwas ins Stahlgraue spielender Farbe und starkem Metallglanz vor. Der Strich hat dieselbe Farbe. Die Nadeln sind ungemein spröde und schmelzen in der Lichtflamme unter Schwefelgeruch. Das Pulver ist grauschwarz, und wurde in alten Zeiten von den Frauen zum Färben der Augenbrauen und Augenlider gebraucht. Das Grauspießglanz enthält in 100 Gewichtstheilen 72,86 Metall und 27,14 Schwefel. Spez. Gew. = 4,13.

Es kommmt gewöhnlich auf Gängen mit Quarz, Schwerspath und Kalkspath vor; zu Allemont in primairem Glimmerschiefer.

Beim Ausbringen von metallischem Antimon aus den Erzen kommt es zunächst darauf an, das Schwefelantimon von der Gangart zu reinigen, was früher in thönernen Tiegeln geschah, die man auf den Heerd eines Ofens stellte, und hier maßig erhitzte. Das ausgeschmolzene Antimon floß durch ein Loch in dem Boden des Tiegels in einen untergestellten, vor der Einwirkung des Feuers geschützten Topf. Durch das häufige Springen der Tiegel hat man sich später genöthigt gesehen, diese Methode zu verlassen, und zu einer anderen seine Zuflucht zu nehmen, die darin besteht, daß man das gröblich zerkleinerte Erz nach dem Sortiren, auf den konkaven Heerd eines Flammofens bringt, und hier, unter möglichstem Ausschluß der atmosphärischen Luft, ausschmilzt.

Das aus dem Erze ausgeschmolzene Schwefelantimon führt im Handel den Namen Antimonium crudum, und wird theils zur Verfertigung verschiedener Arzneimittel, theils, und hauptsächlich zur Darstellung von metallischem Antimon gebraucht.

Das einfachste Verfahren, metallisches Antimon aus Schwefelantimon zu bereiten, besteht darin, das letztere mit metallischem Eisen (alten Nägeln, Blechschnitzeln u. dgl.) zu glühen, wo denn der Schwefel an das Eisen tritt, während sich das Antimon abscheidet und schmilzt. Man erhält auf diesem Wege ein zwar für viele Zwecke brauchbares, aber eisenhaltiges Antimon, besonders wenn man einen Ueberschuß von Eisen anwendet. Das beste Verhältniß ist 42 Theile Eisen auf 100 Schwefelantimon. Es findet aber bei dieser Methode ein bedeutender Verlust Statt, indem man aus 100 Schwefelantimon nur etwa 50 metallisches Antimon erhält, während 72 darin enthalten sind; dieser Verlust rührt daher, daß sich ein Antheil Antimon verflüchtigt, ein anderer sich mechanisch in dem Schwefeleisen zu verstecken pflegt. Die Ausbeute läßt sich bedeutend erhöhen, wenn man Schwefelnatrium oder Schwefelkalium, oder eine Mischung von schwefelsaurem Natron und Kohle, die sich in der Hitze zu Schwefelnatrium reduzirt, zusetzt; dieses nämlich geht mit dem Schwefeleisen eine leicht schmelzbare und spezifisch leichte Verbindung ein, die sich daher auch leichter von dem metallischen Antimon trennt.

Eine andere ähnliche Mischung, die nach Berthier an 65 bis 70 Prozent sehr schönes Antimon liefern soll, ist folgende: 100 Theile Schwefelantimon, 60 Hammerschlag, 45 bis 50 Soda, 10 Kohlenpulver. Statt der Soda wendet er auch eine Mengung von Glaubersalz und Kohle an. Die älteste, jetzt aber ziemlich abgekommene Methode besteht darin, daß

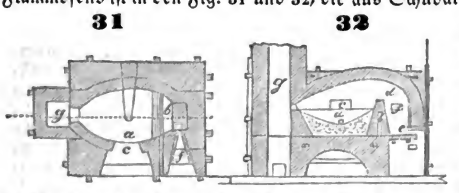
Digitized by Google

man 4 Theile Schwefelantimon, 3 Th. Weinstein und 1¼ Th. Salpeter mischt, in einen glühenden Tiegel einträgt, und zum Schmelzen bringt. Dieß Verfahren ist jedoch, theils wegen der Kostbarkeit der Materialien, theils und besonders auch, weil es eine so geringe Ausbeute liefert (etwa 27 Prozent), fast überall aufgegeben. Der große Verlust rührt daher, daß ein großer Theil des Antimons sich in geschwefeltem Zustande mit Schwefelkalium verbindet, und also der Reduktion entgeht. In den Antimonwerken, wo dieses alte Verfahren noch üblich ist, sucht man jedoch das antimonhaltige Schwefelkalium auf die Weise zu Gute zu machen, daß man es in Wasser auflöst, wobei ein Niederschlag von Schwefelantimon entsteht, den man auswäscht, trocknet und unter dem Namen „Mineralkermes auf trocknem Wege" zu einem niedrigen Preise und zum Gebrauch der Thierärzte in den Handel bringt.

Die Reduktion des Antimons nach der zuletzt beschriebenen alten Methode, so wie auch die mit Eisen wurde früher immer in Tiegeln vorgenommen, und war, zumal die letztere, wohl nicht anders ausführbar, denn bei dem geringen Unterschiede in dem spezifischen Gewichte des Antimons und des Schwefeleisens, und bei der Schwerschmelzbarkeit dieses letzteren war es nothig, die Masse bei sehr hoher Temperatur in einem verhältnißmäßig tiefen Gefäße (einem Tiegel) ruhig stehen zu lassen, so daß sich aus hydrostatischen Gründen das schwerere von dem leichteren trennen konnte.

Nach der neueren, verbesserten Methode, wo man das Schwefeleisen durch den Zusatz von Schwefelnatrium viel leichtschmelzbarer und spezifisch leichter bekommt, trennt es sich so leicht von dem Antimon, daß der Prozeß selbst in verhältnißmäßig flacheren Gefäßen und bei niederer Temperatur ziemlich vollständig vor sich geht. Man ist jetzt dahin gekommen, auf einem Flammenherde, ohne alle Anwendung von Tiegeln oder anderen Schmelzgefäßen, Antimon zu reduziren, noch dazu unmittelbar aus den Erzen, ohne vorher das Schwefelantimon auszuschmelzen. Auf dieses Verfahren ist dem Apotheker Frank in Linz a. Rh. im Jahre 1828 ein Patent ertheilt worden, und dasselbe wird hier mit gutem Erfolge betrieben. Die Einrichtung des Frankschen Antimon-Flammofens ist in den Fig. 31 und 32, die aus Schubarth's technischer Chemie entlehnt sind, dargestellt. Das Erz, etwa 2 bis 3 Zentner, wird nebst der erforderlichen Beschickung durch die Oeffnung c, die auch zugleich zum Abziehen d. Schlacke dient, auf den muldenförmig vertieften und aus einer Mischung von Sand und Thon festgestampften Heerd gebracht, das reduzirte Antimon aber durch das Loch a, welches während der Schmelzung mit Gestübbe zugemacht wird, abgestochen. Das Brennmaterial wird durch das Schürloch f auf den Rost e gegeben; die Flamme schlägt über die, einen Luftkanal b einschließende, Feuerbrücke d, spielt über das Erz hin, und gelangt durch einen engen Fuchs in den Schornstein g. Eine Schmelzung dauert 8 bis 10 Stunden.

31 32



Da das so gewonnene Antimon noch nicht rein genug ist, um unmittelbar in den Handel gebracht zu werden, so wird es in Tiegeln, die gleichfalls in einem Flammofen erhitzt werden, unter Kohlenpulver umgeschmolzen.

Das Antimon, so wie es im Handel vorkommt, enthält fast immer Eisen und Arsenik. Dieses letztere rührt daher, daß das natürliche Grauspießglanz sehr gewöhnlich kleine Mengen von Schwefel-Arsenik

Digitized by Google

eingesprengt enthält, welches mit dem Antimon zum Theil reduzirt wird. Nicht selten kommt auch etwas Blei und Kupfer darin vor. Im Allgemeinen läßt sich unreines Antimon von chemisch reinem schon im Äußern durch den mehr großblätterigen Bruch unterscheiden; Arsenik gibt sich beim Schmelzen des Antimons vor dem Löthrohr durch den knoblauchartigen Geruch zu erkennen. Da es, besonders zur Darstellung pharmazeutischer Präparate, von großer Wichtigkeit ist, reines Antimon anzuwenden, so sind schon vielfache Methoden zur Reinigung des gewöhnlichen Antimons vorgeschlagen, unter welchen die beste wohl darin besteht, 16 Theile unreines Antimon mit 1 Th. Schwefelantimon und 2 Th. entwässerten kohlensauren Natrons in einem hessischen Tiegel etwa eine Stunde lang zu schmelzen, nach dem Erkalten das Antimon von der Schlacke zu sondern, und dieselbe Operation noch zweimal zu wiederholen.

Das Antimon hat eine fast silberweiße Farbe mit einem unbedeutenden Stich in's Bläuliche; dabei einen ausgezeichnet blättrigen Bruch, und ist so spröde, daß es sich im Mörser zum feinsten Pulver zerstoßen läßt. Es schmilzt bei anfangender Glühhitze und stößt, wenn es dabei mit Luft in Berührung kommt, weiße Dämpfe aus. Legt man ein kleines Stückchen Antimon in eine Vertiefung auf eine Kohle und bläst die Löthrohrflamme darauf, so kommt es sehr bald zum Schmelzen und bildet eine glühende Kugel, von welcher sich ein Strom weißer Dämpfe in die Höhe zieht; die Kugel fährt, ohne weiter äußerlich erhitzt zu werden, durch die Verbrennung des Antimons eine Zeit lang zu glühen fort, wobei sich ein Theil der Dämpfe, die aus Antimonoxyd bestehen, zu glänzenden nadelförmigen Krystallen verdichtet, welche die glühende Kugel ringförmig umhüllen. Wirft man ein auf der Kohle zum starken Glühen gebrachtes Antimonkügelchen auf ein Blatt Papier, so fliegt es zu einer Menge feiner Kügelchen auseinander, die im glühenden Zustande auf dem Papier umherlaufen, und dabei weiße Streifen von Antimonoxyd auf demselben zurücklassen.

Schmelzt man Antimonoxyd mit Borax oder anderen Glasflüssen zusammen, so ertheilt es ihnen eine gelbe Farbe.

Konzentrirte Salpetersäure verwandelt das Antimon in antimonichte Säure oder in Antimonsäure, oder auch in ein Gemisch von beiden; verdünnte Salpetersäure bildet meistens nur Antimonoxyd. Da aber alle diese drei Oxydationsstufen des Antimons in Salpetersäure unlöslich sind, so kann man hiedurch sehr gut bei Analysen das Antimon von den meisten anderen Metallen trennen. Behandelt man nämlich Legirungen von Antimon und anderen Metallen mit Salpetersäure, so lösen sich die übrigen Metalle auf, während das Antimon, im oxydirten Zustande, in Form eines weißen Pulvers ungelöst zurück bleibt.

Das spez. Gew. des Antimons ist nach Bergmann 6,86, das des natürlichen gediegenen Antimons nach Haidinger = 6,646.

Bei den Arbeiten der Alchimisten, um Gold zu machen, spielte das Antimon eine Hauptrolle; die Leichtigkeit, mit der sich Antimon mit Gold legirt, so daß schon die Dämpfe von Antimon das sonst so geschmeidige Gold augenblicklich spröde machen, war wohl die Ursache, daß man diesem Metalle eine gewissermaßen königliche Abstammung zuschrieb, und es einen kleinen König, regulus, nannte; ein Ausdruck, der übrigens nachher auf alle anderen Metalle überging, wenn sie bei Reduktionen und ähnlichen Prozessen in Form einer vollständig zusammengeschmolzenen Metallmasse erschienen.

Die Hauptanwendungen des Antimons sind: zu pharmazeutischen Präparaten, zu Buchdruckerlettern und Stereotypen, zu Notendruckplatten und zu dem Britannia-Metall. Das Lettenmetall (Schriftzeug) nämlich besteht im Allgemeinen ungefähr aus 3 Theilen Blei, 1 Theil Antimon, das Metall zu Stereotyp-Platten aus 6 Theilen Blei gegen 1 Antimon; das Metall der Notenplatten aus Blei, Zinn und Antimon, und das

Digitized by Google

Britannia-Metall, woraus mancherlei Gußwaaren gefertigt werden, endlich aus Blei, Zinn und Antimon, mit einem kleinen Zusatz von Kupfer und Wismuth.

Apfelsäure. (Acide malique, Malic acid.) Eine in dem Safte vieler Früchte theils allein, theils mit anderen Säuren, als Zitronen-, Wein- und Kleesäure, mitunter auch an Kali oder Kalk gebunden vorkommende Säure. Sie findet sich im Safte der unreifen Äpfel, Schleben, Berberitzen, Vogelbeeren, Hollunderbeeren, Johannisbeeren, Stachelbeeren, Erdbeeren, Himbeeren, Heidelbeeren, Brombeeren, Kirschen, Ananas, u. a. Im Hauslauch und Portulak kommt sie an Kalk gebunden vor.

Am leichtesten läßt sie sich aus dem Safte der Vogelbeeren und der Berberitzen darstellen. Der Saft wird nämlich zuerst dadurch geklärt, daß man ihn mit etwas Eiweiß mischt, aufkocht und filtrirt, worauf man ihn mit kohlensaurem Blei neutralisirt und vorsichtig abdampft, wo dann beim Erkalten Krystalle von äpfelsaurem Blei anschießen. Man wäscht diese mit kaltem Wasser ab, und krystallisirt sie nöthigenfalls einige Male um. Das so erhaltene weiße Salz wird in Wasser aufgelöst, durch einen Strom Schwefelwasserstoffgas zerlegt, das Schwefelblei abfiltrirt, und die Flüssigkeit eingedampft, worauf dann beim ferneren vorsichtigen Verdunsten die Apfelsäure in Form von gelben körnigen Krystallen anschießt oder gewöhnlicher zu einer blumenkohlartigen Zusammenhäufung austrocknet. Durch Wiederauflösung in Wasser und Behandlung mit Beinkohle kann man sie ganz weiß erhalten.

Die Apfelsäure ist geruchlos, aber von sehr saurem Geschmack; sie zerfließt an der Luft, indem sie Wasser anzieht, löst sich in Alkohol, schmilzt bei 71° C und zersetzt sich bei einer Temperatur von 175°, wobei eine eigenthümliche Säure, die Brenzäpfelsäure, entsteht.

Sie besteht in 100 Theilen aus 41,47 Kohlenstoff; 3,51 Wasserstoff, und 55, 02 Sauerstoff; kommt also in ihrer Zusammensetzung mit der Zitronensäure sehr nahe überein.

Eine rohe unreine Apfelsäure würde man ohne Schwierigkeit aus den Vogelbeeren in Menge bereiten können, die vielleicht zu manchen technischen Zwecken brauchbar wäre; bis jetzt ist sie jedoch noch nicht im Großen dargestellt.

Aquamarin. (S. Beryll.)

Aräometer. (Aréomètre, areometer, hydrometer.) Ein Instrument zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes von Flüssigkeiten. Man hat dergleichen von verschiedenen Einrichtungen, die sich besonders durch die Eintheilung der Skale unterscheiden. Das Baumé'sche Aräometer ist eines der gebräuchlichsten, besonders auf dem Kontinent. Der Punkt, bis zu welchem es in reinem Wasser bei 14½° C eintaucht, ist mit 0 bezeichnet, der, bis zu welchem es in einer Lösung von 1 Theil Kochsalz in 9 Theilen Wasser (die also 10 Prozent Salz enthält) einsinkt, mit der Zahl 10; der Zwischenraum zwischen beiden Punkten ist in 10 gleiche Theile getheilt, und ähnliche Theile sind noch unterhalb 10 angebracht. Für Flüssigkeiten, die leichter sind als Wasser, ist die Eintheilung eine andere. Es wird genügen, in Betreff der Einrichtung dieses Instrumentes, so wie der übrigen Aräometer, auf die Lehrbücher der Physik zu verweisen, und hier nur noch in einer Tabelle die den Graden der Baumé'schen Aräometer entsprechenden spezifischen Gewichte anzugeben.

Digitized by Google

Tabelle über den Werth der Baumé'schen Grade in wirklichem spezifischen Gewicht.

Aräometer für Flüssigkeiten, schwerer als Wasser.						Aräometer für Flüssigkeiten, leichter als Wasser.			
Grade	Spezif. Gewicht	Grade	Spezif. Gewicht	Grade	Spezif. Gewicht	Grade	Spezif. Gewicht	Grade	Spezif. Gewicht
0	1.0000	26	1.2063	52	1.5200	10	1.0000	36	0.8488
1	1.0066	27	1.2160	53	1.5353	11	0.9932	37	0.8439
2	1.0133	28	1.2258	54	1.5510	12	0.9865	38	0.8391
3	1.0201	29	1.2358	55	1.5671	13	0.9799	39	0.8343
4	1.0270	30	1.2459	56	1.5833	14	0.9733	40	0.8295
5	1.0340	31	1.2562	57	1.6000	15	0.9669	41	0.8249
6	1.0411	32	1.2667	58	1.6170	16	0.9605	42	0.8202
7	1.0483	33	1.2773	59	1.6344	17	0.9542	43	0.8156
8	1.0556	34	1.2881	60	1.6522	18	0.9480	44	0.8111
9	1.0630	35	1.2992	61	1.6705	19	0.9420	45	0.8066
10	1.0704	36	1.3103	62	1.6889	20	0.9359	46	0.8022
11	1.0780	37	1.3217	63	1.7079	21	0.9300	47	0.7978
12	1.0857	38	1.3333	64	1.7273	22	0.9241	48	0.7935
13	1.0935	39	1.3451	65	1.7171	23	0.9183	49	0.7892
14	1.1014	40	1.3571	66	1.7674	24	0.9125	50	0.7849
15	1.1095	41	1.3694	67	1.7882	25	0.9068	51	0.7807
16	1.1176	42	1.3818	68	1.8095	26	0.9012	52	0.7766
17	1.1259	43	1.3945	69	1.8313	27	0.8957	53	0.7725
18	1.1343	44	1.4074	70	1.8537	28	0.8902	54	0.7684
19	1.1428	45	1.4206	71	1.8765	29	0.8848	55	0.7643
20	1.1515	46	1.4339	72	1.9000	30	0.8795	56	0.7604
21	1.1603	47	1.4476	73	1.9241	31	0.8742	57	0.7656
22	1.1692	48	1.4615	74	1.9487	32	0.8690	58	0.7526
23	1.1783	49	1.4758	75	1.9740	33	0.8639	59	0.7487
24	1.1875	50	1.4902	76	2.0000	34	0.8588	60	0.7449
25	1.1968	51	1.4951			35	0.8538	61	0.7411

Argentan. (S. Neusilber.)

Arrak. (Arrak.) Ein berauschendes Getränk (Art Branntwein), das in Indien durch Destillation des gegohrnen Saftes der Kokosnuß, des Palmyrabaums und aus unenthülsetem Reise bereitet wird.

Arrowroot, Pfeilwurzel-Stärkmehl (Arrow-root). Die Wurzel der Marantha arundinacea, einer in Westindien wachsenden Pflanze, enthält Stärkemehl, welches durch Quetschen der Wurzel in einem Mörser und Auswaschen in einem feinen Siebe gewonnen wird, und die, unter dem uneigentlichen Namen Arrowroot in Handel vorkommende Art von Stärke ist. Man hält sie für nahrhafter, als Weitzen- und Kartoffelnstärke; jedenfalls hat sie einen reineren Geschmack. Nach Benzon besteht die frische Wurzel in 100 Theilen aus 26 Stärke (von welcher 23 Theile geradezu als Pulver gewonnen werden, während die übrigen 3 Theile sich nur durch Kochen mit Wasser aus dem Parenchym ausziehen lassen), 1,58 Theilen Pflanzeneiweiß, 0,5 gummiartigem Extrakt, 0,25 Chlorkalzium, 6,0 unlöslichem Faserstoff, 0,07 flüchtigem Oel und 65,6 Wasser.

Die Eingangsteuer von Arrowroot, das von englischen Kolonien in England eingeführt wird, beträgt 1 Lstr. per Zentner; von fremden Ländern dagegen 2 pce per Pfd. Im Jahre 1835 wurden 987966 Pfd. in England eingeführt, von welchen nur 6267 wieder in's Ausland

Digitized by Google

gingen, so daß also der Verbrauch von Arrowroot in England 895406 Pfd. beträgt*). Die hieraus dem Staate erwachsene Revenue betrug im Jahre 1835, 518 Lstr.

Arsenik. (Arsenic, Arsenic.) Ein Metall von lichtbleigrauer, durch Anlaufen äußerlich dunkelgrauer Farbe, äußerst spröde, sehr flüchtig, so daß unter gewöhnlichem Luftdrucke der Verdampfungspunkt niedriger liegt, als der Schmelzpunkt, man es also in offnen Gefäßen nicht zum Schmelzen bringen kann, weil es sich schon früher verflüchtigt.

Es kommt im Mineralreich theils im gediegenen, metallischen Zustande, theils oxydirt, theils aber, und hauptsächlich in Verbindung mit Schwefel vor, wo es dann die Namen gelbes Arsenik oder Auripigment (s. diesen Artikel) und rothes Arsenik oder Realgar führt.

Außerdem findet es sich als Bestandtheil sehr vieler Erze, und wird beim Rösten derselben oxydirt und als arsenige Säure (weißes Arsenik) verflüchtigt. Besonders mehrere Kobalterze enthalten sehr viel Arsenik, aus denen man es daher auch gewöhnlich als Nebenprodukt gewinnt.

Das metallische Arsenik findet fast gar keine Anwendung; die Schwefelverbindungen, die man im reinen Zustande theils durch Sublimation des natürlich vorkommenden, theils durch Glühen arsenik- und schwefelhaltiger Erze in Retorten oder sonst geeigneten Gefäßen unter Ausschluß der Luft darstellt, dienen hauptsächlich als Malerfarbe, wo sie wohl den Namen Königsgelb führen, und in der Feuerwerkerei als Ingrediens zu dem sogenannten Bengalischen Feuer u. s. w.

Bei Weitem die wichtigste Arsenikverbindung ist die arsenichte Säure, oder der gewöhnlich sogenannte weiße Arsenik. Sie entsteht allemal, wenn Arsenik oder Arsenikverbindungen bei Luftzutritt geröstet werden, und bildet einen weißen Rauch, der sich in Gestalt eines zarten weißen Staubes (Giftmehl, Hüttenrauch) an alle kälteren Gegenstände ansetzt, mit welchen er in Berührung kommt.

Sie findet vielfache Anwendungen, z. B. in der Medizin, dann als Zusatz zum Krystallglase, wo man sie entweder den rohen Materialien vor der Schmelzung, oder der fertig geschmolzenen Masse als Entfärbungsmittel zusetzt, zur Darstellung von Scheel'schem Grün (einer Verbindung der arsenichten Säure mit Kupferoxyd); zum Schweinfurter Grün (einem Doppelsalze von arsenigsaurem und essigsauren Kupferoxyd), dem Mittisgrün, dem Pickelgrün und anderen Farben.

Eine zweite Oxydationsstufe des Arseniks ist die Arsenikſäure, welche, wenigstens für sich, keine Anwendung findet, deren Verbindung mit Kali aber in der Kattundruckerei gebraucht wird. Dieses arsenikſaure Kali wird im Kleinen auf die Weise bereitet, daß eine Mischung von gleichen Theilen weißen Arsenik und Salpeter, beide pulverisirt, in einem Tiegel einer mäßigen Glühhitze ausgesetzt wird. Ist die Masse geschmolzen und wieder erkaltet, so löst man sie in heißem Wasser und filtrirt die Flüssigkeit, aus welcher, wenn sie nicht zu verdünnt war, beim Erkalten regelmäßige Krystalle anschießen, die nach Berzelius aus 63,87 Arsenikſäure, 26,16 Kali und 9,97 Wasser bestehn. Es ist dieß ein saures Salz, doppelt arsenikſaures Kali, indem es 2 Atome Arsenikſäure auf 1 Atom Kali enthält.

In Sachsen wird dieß arsenikſaure Kali im Großen durch Zusammenschmelzen von weißem Arsenik und Salpeter in einem gußeisernen Zylinder dargestellt. Sättigt man den Ueberschuß der Säure mit Kali, so entsteht neutrales arsenikſaures Kali, welches nicht krystallisirbar ist. Das saure Salz findet in der Kattundruckerei Anwendung als sogenannte Reservage, um nämlich die Beitze von gewissen Stellen des

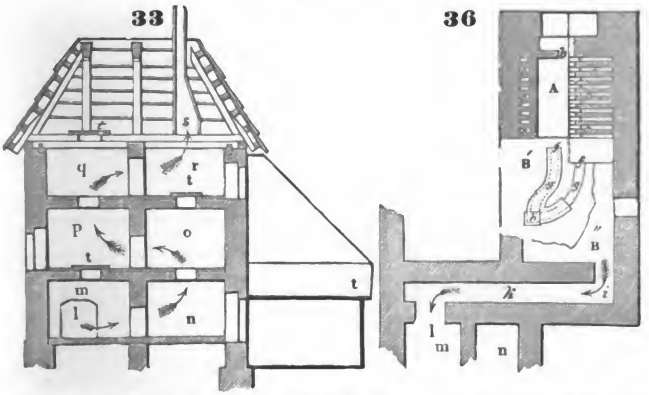
*) Diese Zahlen stimmen nicht mit einander, so daß wenigstens eine davon unrichtig sein muß. Anm. der Beard.

Digitized by Google

Gewebes abzuhalten, so daß diese nicht mitgefärbt werden. Man macht zu dem Ende eine Lösung des Salzes mit Gummiwasser und Pfeifenthon zu einem dünnen Brei, und druckt diesen auf die Stellen auf, die vor der Beitze geschützt werden sollen.

Die Gewinnung von Arsenik aus Kobalt- und anderen Erzen findet im Allgemeinen in der Art Statt, daß man die zerkleinerten Erze in einem Röstofen röstet, und den mit Arsenikdämpfen beladenen Luftstrom durch einen langen Kanal (Giftfang) leitet, in welchem sich der größte Theil des Arseniks absetzt. Eine sehr zweckmäßige Einrichtung, die besonders mit darauf berechnet ist, die Arbeiter vor dem Einathmen der giftigen Arsenikdämpfe zu sichern, ist in Schlesien eingeführt, wo besonders zu Altenberg und Reichenstein viel Arsenik gewonnen wird.

Die Fig. 33 bis 36, aus Schubarth's technischer Chemie entlehnt,



geben Ansichten des in Altenberg gebräuchlichen Röstofens und Giftfanges.

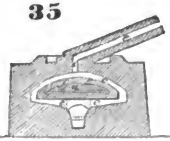
Das Rösten der arsenikhaltigen Erze geschieht nämlich in einer großen flachen Muffel von feuerfestem Thon, die in schräg aufwärts gehender Lage angebracht ist und durch ein darunter brennendes und in zahlreichen Zügen um sie spielendes Feuer glühend gemacht wird. Das Erz liegt auf dem Boden der Muffel in einer dünnen, zwei bis drei Zoll betragenden Schicht ausgebreitet, und wird von Zeit zu Zeit mit eisernen Haken umgearbeitet, während ein Luftstrom langsam durch die Muffel streicht, das Arsenik oxydirt und die Dämpfe mit sich fortnimmt.

a, Fig. 35 und 34, ist die Muffel, bei der erstern im Quer-, bei der zweiten im Längen-Durchschnitte. A der Aschenfall, über welchem der Rost liegt, auf dem das Feuer brennt, und durch die Züge c c c um die Muffel spielt. Mitten über der Muffel vereinigen sich diese Züge in den Kanal e e, durch den die Feuerluft in den Schornstein entweicht. Der Zweck dieser vielen Züge besteht zum Theil darin, die Flamme gleichmäßiger zu vertheilen, hauptsächlich aber, der großen, thönernen Muffel, die, wollte man sie ganz frei in einen Ofen stellen, sehr bald in allen Richtungen zerreißen und undicht werden würde, den nöthigen Halt durch die Zwischenwände zwischen den Zügen zu geben, so daß also die Muffel eigentlich als ein Theil des Ofens betrachtet werden kann.

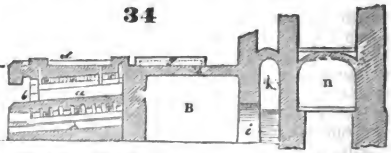
Am hinteren Ende der Muffel sind zwei Öffnungen, f f, durch

welche der mit Arsenikdämpfen beladene Luftstrom aufsteigt, der dann durch die Röhren gg in den abwärtsgehenden Kanal h, und so also in das Gewölbe B, gelangt. In Fig. 36 sieht man die Züge cc, an der rechten Seite unter der Muffel, an der linken, in der Höhe des Bodens der Muffel. B″ in dieser Figur ist das in Fig. 34 mit B be-

35



34

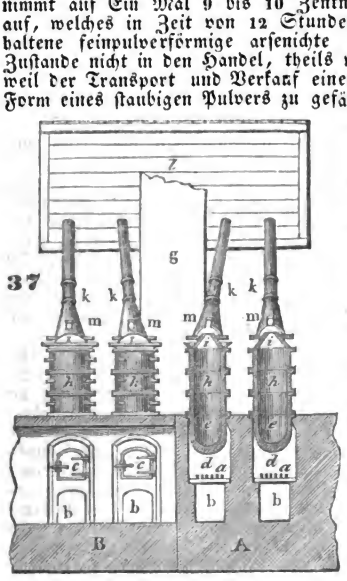


zeichnete Gewölbe; B, dagegen der Raum über jenem Gewölbe, wo die Röhren gg liegen.

Da in dem Gewölbe B oder B″ nur ein Theil des Arseniks sich absetzt, so läßt man den Luftstrom durch die Thür i, den Kanal k und die Öffnung l in den ersten Raum m des Giftthurmes, Fig. 33, treten, von wo er nacheinander in der Richtung der Pfeile die Räume n, o, p, q, r durchzieht, und, nachdem sich auf diesem Wege fast sämmtliches Arsenikmehl abgesetzt hat, durch den Schornstein s entweicht; hat sich nach länger fortgesetzter Arbeit in dem Gewölbe und den Fängen eine beträchtliche Quantität Arsenik angesammelt, so fegt man es zusammen, um es nunmehr der Raffinerie zu unterwerfen. Man hebt die Platten tt von den Öffnungen im Boden der Kammern p und r ab, und kann so ohne Schwierigkeit das in den oberen Kammern angesammelte Arsenik in die unteren herabwerfen.

Die Muffel hat im Inneren 7 Fuß Breite bei 10 Fuß Länge, und nimmt auf Ein Mal 9 bis 10 Zentner gepochtes Erz, Arsenikschlich auf, welches in Zeit von 12 Stunden abgeröstet wird. Die so erhaltene feinpulverförmige arsenichte Säure kommt jedoch in diesem Zustande nicht in den Handel, theils weil sie noch unrein ist, theils, weil der Transport und Verkauf eines so höchst giftigen Stoffes in Form eines staubigen Pulvers zu gefährlich sein würde. Man unterwirft sie daher einer Sublimation, wodurch sie gereinigt und zugleich in eine feste glasige Masse verwandelt wird.

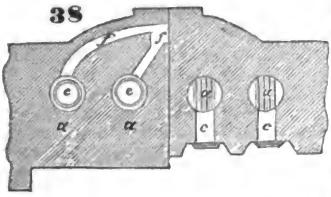
37



Die Fig. 37 und 38 stellen den Sublimirapparat dar, der zu Reichenstein in Gebrauch ist, die erstere im Aufriß, die letztere im Grundriß. (Auch diese Zeichnungen sind aus Schubarth's technische Chemie entnommen.)

Die Sublimirgefäße sind aus Gußeisen und bestehen zu unterst aus einem Kessel, e, der wie die Figur zeigt, in einen Ofen eingemauert ist, und drei kurzen Zylindern h, die mit ihren Rändern genau an einander schließen, und auf den Kessel gestellt werden. Man füllt diesen mit Arsenikmehl, kittet die Zylinder auf, und gibt nun zuerst ein mäßiges, nachher stärkeres Feuer. Die arsenichte Säure verdampft, und

Digitized by Google



verdichtet sich größtentheils wieder an den kühleren Wänden der Zylinder, und zwar in den oberen, kälteren, zu einem mehr staubigen Pulver, weil hier die Dämpfe, schon ehe sie mit der Wandung in Berührung kommen, ihren gasartigen Zustand verlieren, und sich zu feinen krystallinischen Theilen verdichten, die sich dann als Pulver an die Wände ansetzen. Der untere Zylinder dagegen, der theils durch Berührung mit dem Kessel, theils durch die Dämpfe selbst erhitzt wird, ist mit wirklich dampf- oder gasförmiger arsenichter Säure gefüllt, die, indem sie mit den nur wenig kühleren Wänden in Berührung kommt, Zeit hat, sich zu einer gleichförmigen, festen Masse zu verdichten. Man sieht daher, wie viel bei dieser Operation darauf ankommen muß, genau einen bestimmten Hitzgrad zu geben. Feuert man zu stark, so verdichtet sich wenig oder kein Arsenik in dem untern Zylinder, sondern erst in den höheren Theilen des Apparates, und ein Theil kann unverdichtet aus ihm entweichen; gibt man dagegen zu schwache Hitze, so bekommt man auch in dem unteren Zylinder ein mehlförmiges Produkt.

Um jeden Verlust zu vermeiden, sind die Zylinder mit konischen Kappen i versehen, über welche wieder die Röhren k gestellt werden, die oben in einen hölzernen Kasten l einmünden, in welchem sich der aus den Röhren noch entweichende Arsenikstaub niederschlägt. Da übrigens bei dieser Sublimation kein Luftzug durch die Zylinder geht, durch welchen Arsenikstaub mechanisch mit fortgeführt werden könnte, so ist die Menge von Arsenik, die in den hölzernen Kasten gelangt, nur gering.

Ist die Sublimation zu Ende, was nach Verlauf von etwa 12 Stunden der Fall zu sein pflegt, und der Apparat erkaltet, so nimmt man die Zylinder auseinander, löst das gute, glasartige Arsenik durch Klopfen von den Wänden des untern Zylinders ab, schlägt die weniger guten Stellen weg, und verpackt ihn, während das in dem obern Theil des Apparates angesetzte Mehl bei der nächstfolgenden Sublimation wieder zugenommen wird.

Selten jedoch bekommt man die glasartige Masse bei der erstern Sublimation von der Reinheit und Schönheit, wie man sie im Handel verlangt, sondern muß sie noch ein-, selbst zwei Mal derselben Arbeit unterwerfen.

Die Einrichtung der Feuerungen ist ebenfalls aus der Figur ersichtlich. bbbb sind die Aschenfälle, aa die Roste, cc die Heizlöcher, dd die Feuerräume, ff die Züge, die sich in dem Schornstein g vereinigen.

Die so erhaltene arsenichte Säure (weißer Arsenik) ist eine ganz durchsichtige fast farblose, nur wenig in's Gelbe spielende Masse von muschligem Bruche und Glasglanz; nach längerer Aufbewahrung verliert sie die Durchsichtigkeit, und nimmt ein mehr email- oder porzellanartiges Ansehen an, eine Erscheinung, die man früher der Anziehung von ein wenig Wasser aus der Luft zuschrieb, die jedoch nach neueren Beobachtungen in einer Umlagerung der Atome ihren Grund hat. Die arsenichte Säure ist nämlich zweier Zustände fähig, in dem einen ist sie unkrystallisirbar (amorph), und dieß ist die glasige, durchsichtige Modifikation, in dem anderen dagegen krystallisirbar, und undurchsichtig. Beim längeren Liegen geht die amorphe Modifikation in die krystallinische über, ohne Änderung der äußeren Form, und nur durch eine innere Umlagerung der kleinsten Theilchen.

Sie hat einen schwachen süßlich metallischen Geschmack, ist, auch in Dampfform, geruchlos, denn der bekannte knoblauchartige Geruch

Digitized by Google

gehört nur dem metallischen Arsenik an; sie wirkt innerlich als eines der heftigsten scharfen Gifte.

Artesische Brunnen. (Puits artésiens, Artesian wells.) Mit diesem Worte bezeichnet man ein zylindrisches Loch, welches in vertikaler Richtung durch ein oder mehrere Gebirgslager soweit herab gebohrt wird, bis es auf ein Lager von Grand oder sonst einem porösen Gestein trifft, dessen Zwischenräume mit Wasser angefüllt sind, so daß dieses Wasser in Folge des hydrostatischen Druckes in dem Bohrloche steigt, und entweder aus der Mündung ausfließt, oder doch so weit gelangt, daß es mittelst einer Pumpe herausgeschafft werden kann. In dem ersteren Fall nennt man diese Brunnen Springquellen. Ein solches Ueberfließen der Brunnen hängt nicht etwa, wie man auf den ersten Blick vermuthen möchte, von der Tiefe der Bohrung ab, sondern beruht allein auf dem Drucke, dem die unteren Wasserschichten ausgesetzt sind.

Die Zeit, in der zuerst der Erdbohrer zur Auffindung unterirdischer Quellen benutzt wurde, ist nicht genau bekannt, doch scheint es, daß die ersten Springquellen in der alten französischen Provinz Artois gebohrt wurden (daher der Name artesische Brunnen), und hier sowohl wie im nördlichen Italien schon seit mehreren Jahrhunderten in Gebrauch gewesen sind. In Deutschland und England sind sie erst seit etwa 50 bis 60 Jahren bekannt. In London und dessen Umgebung existirt gegenwärtig eine große Menge solcher Brunnen, die durch das ungeheuer dicke Lager des Londoner Thons, und selbst durch einen Theil des darunter liegenden Kalksteins gebohrt sind.

Die Anlage eines artesischen Brunnens setzt zwei wesentlich verschiedene Bedingungen voraus: 1. die Kenntniß der mineralogischen Lagerungsverhältnisse des Landes, und 2. Geschicklichkeit in der Leitung der Bohrarbeiten und der Mittel, durch welche das Steigen des Wassers in dem Bohrloch befördert werden kann.

Betrachten wir zuerst die beste Art, den Brunnen herzustellen, und fügen dann noch einige allgemeine Bemerkungen über die anderen Punkte hinzu.

Die Mittel, deren man sich bedient, um in die Erde einzubohren, sind denen, welche täglich, und schon seit alten Zeiten von den Bergleuten zum Aufsuchen von erzführenden Gängen in Anwendung gesetzt werden, ganz ähnlich; jedoch macht das Bohren von Brunnen eigenthümliche Vorsichtsmaßregeln erforderlich, damit sich nicht das reinere Wasser der tieferen Schichten mit dem schlechteren Wasser vermischt, welches sich in den oberen, aufgeschwemmten Lagern an der Erdoberfläche ansammelt, und damit nicht das enge Bohrloch sich mit Steingrus zusetzt.

Die Ursache des Ueberfließens der artesischen Brunnen hat man in verschiedenen Umständen gesucht; nachdem es jedoch erwiesen ist, daß die gewöhnlichen Quellen, die an so vielen Punkten dem Boden entspringen, von dem Einsikern des Wassers herrühren, welches allmählig als Regen, Thau, Schnee, u. s. w. verdichtet auf die Oberfläche unseres Erdballes herabfällt, so hat auch die Theorie der tieferen Wasseradern keine Schwierigkeit, und läßt sich aus den bekannten hydrostatischen Gründen genügend herleiten.

Das Wasser sammelt sich nach seiner Verdichtung aus der Atmosphäre auf dem Erdboden, und dringt durch tausend Poren und Klüfte der Gebirgslager hindurch, um weiter unten in unterirdischen Adern, Bächen, Strömen oder weiteren Ansammlungen von mehr oder weniger großen Ausdehnung und Regelmäßigkeit sich wieder zu vereinigen.

Finden sich nun in größerer Tiefe Lager von Grand oder einem stark zerklüfteten Gestein, die vom Wasser leicht durchdrungen werden, sind diese von anderen, undurchdringlichen Schichten bedeckt, gehn aber irgend wo, sei es in größerer oder geringerer Entfernung, zu Tage

Digitized by Google

aus, ſo daß von dieſer Stelle Waſſer in ſie eindringen kann, ſo bilden ſich Waſſeranſammlungen, die, eben der darüber liegenden Decke wegen, keinen Abfluß haben. Sobald nun aber das überliegende Lager durchbohrt wird, ſo ſteigt das Waſſer in Folge des hydroſtatiſchen Druckes, welchem die unteren Schichten ausgeſetzt ſind, in dem Bohrloche in die Höhe, und kann ſich ſelbſt über die Erdoberfläche in einem zuſammenhängenden Strom erheben, vorausgeſetzt, daß der Punkt, von welchem jene unterirdiſche Waſſeranſammlung ihren Urſprung nimmt, höher liegt, als die Ausflußöffnung.

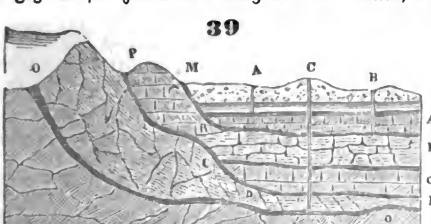
Beſonders da, wo verſchiedenartige Gebirgslager aneinander gränzen, pflegen ſolche Waſſeranſammlungen vorzukommen. Die obere waſſerdichte Decke beſteht faſt immer in einem ausgedehnten Thonlager.

Man könnte auf den erſten Blick vermuthen, daß jedes feſte Geſtein eine waſſerdichte Decke abgeben müſſe; dieß iſt jedoch keineswegs immer der Fall, denn gerade die feſteren Geſteine bilden keine weit ausgedehnte, aus einem zuſammenhängenden Stück beſtehende Lage, ſondern ſie ſind vielfältig, theils nach ziemlich beſtimmten Richtungen, theils auch ganz unregelmäßig zerklüftet und in kleinere Stücke geſondert, während im Thon, ſeiner weichen, zähen Beſchaffenheit wegen, Trennungen oder Klüfte nicht vorkommen.

Es können übrigens, wenn ſich eine Waſſerſammlung in ſehr großer Tiefe befindet, auch andere Geſteine eine ziemlich waſſerdichte Decke abgeben, inſofern hier die Dicke der überliegenden Lager die waſſerdichte Beſchaffenheit des Geſteines erſetzen kann.

In ganz ebenen Ländern ſind die Lager faſt immer horizontal, und das Waſſer, welches die arteſiſchen Brunnen unterhält, muß von ziemlich entfernten Gegenden kommen, wo die Lager höher liegen, alſo aus der Nähe von Gebirgen. Die bedeutenden Waſſermaſſen, die auf den Seiten der kälteren Gebirge verdichtet werden, ſind daher die eigentlichen Waſſervorräthe für unſere arteſiſchen Brunnen.

Fig. 39 ſoll zur Erläuterung der Art dienen, wie ſich das aus den atmoſphäriſchen Niederſchlägen ſich anſammelnde Waſſer unter der Erdoberfläche vertheilt. Es iſt ein geologiſcher Durchſchnitt, der die Aufeinanderfolge mehrerer Gebirgsformationen zeigt, und worin die mit Waſſer geſchwängerten Schichten, die, wie oben erwähnt, gewöhnlich auf der Grenze zwiſchen zwei verſchiedenen Gebirgslagern vorzukommen pflegen, angedeutet ſind. Die zweite, mit horizontalen Linien ſchraffirte Schicht ſoll hier das Thonlager vorſtellen.



Das Bohrloch A reicht bis zu der Waſſeranſammlung unmittelbar unter dem Thonlager, welche von dem Punkte M aus ihren Waſſerzufluß erhält. Da nun die Mündung des Bohrloches und der Punkt M in gleicher Höhe liegen, ſo ſteigt das Waſſer nach dem hydroſtatiſchen Geſetze, daß Flüſſigkeiten in kommunizirenden Gefäßen gleiches Niveau annehmen, in dem Bohrloch gerade bis an die Mündung. Das Nämliche wird der Fall ſein mit dem Bohrloche B., wenn dieſes, wie in der Zeichnung angegeben, nur bis zur zweiten Waſſerader niedergetrieben iſt; denn dieſe Ader erhält ihren Zufluß gleichfalls von M aus. Hätte man dagegen das Loch B bis zur dritten oder vierten Waſſerader vertieft, welche in P ihren Zuflußpunkt haben; ſo würde, da P höher liegt als B, dieſer Brunnen eine eigentliche Springquelle ſein, und

Digitized by Google

das Waſſer aus dem Bohrloche bis zu einer gewiſſen Höhe hervorſpringen, oder wenigſtens überfließen.

Das dritte Loch C reicht bis zur unterſten Waſſerader. Da dieſe von O aus ihr Waſſer erhält, der Punkt O aber etwas niedriger liegt, als C, ſo wird in dieſem Bohrloche das Waſſer nicht einmal zur Mündung ſteigen, ſondern im Niveau von O ſtehn bleiben. Hierbei iſt jedoch vorausgeſetzt, daß das Bohrloch C die vier obern Waſſeradern gar nicht berührt, ſondern nur allein von der fünften Ader, alſo von dem Punkte O, ſein Waſſer erhält.

Es kommt jedoch bei der Anlegung von arteſiſchen Brunnen vor, daß ein und daſſelbe Loch mehrere Adern trifft. In dieſem Falle treten verwickeltere Verhältniſſe ein. Geſetzt, es wären, wie in der Figur, ſämmtliche 5 Waſſerſchichten übereinander vorhanden, und man mache das Loch C. Sobald dieſes die Thonſchichte durchbrochen hat, ſteigt das Waſſer in demſelben in die Höhe, jedoch nicht bis an die Mündung, ſondern nur bis zum Niveau des Punktes M. Bohrt man nun tiefer, und erreicht die zweite Waſſerader, die ebenfalls den Zuflußpunkt M hat, ſo bleiben die Verhältniſſe unverändert. Man geht nun noch tiefer, und kommt zur dritten und vierten Waſſerſchicht, die ihren Zufluß in P haben, ſo daß alſo das Bohrloch mit den Zuflußpunkten P und M zugleich in Verbindung ſteht. Nach der einfachen Theorie ſollte auch jetzt das Waſſer in dem Bohrloche wenig höher ſteigen, ſondern das von P zufließende Waſſer müßte aus dem Einflußpunkte M (der niedriger liegt als C) ausfließen. Bei den großen, in der Wirklichkeit gewöhnlich ſtattfindenden Entfernungen des Bohrloches von den Zuflußpunkten wird jedoch ein ſolches Rückfließen nicht leicht vorkommen, und das Waſſer wird in C faſt eben ſo hoch ſteigen, als wären die oberen beiden Waſſerſchichten gar nicht vorhanden.

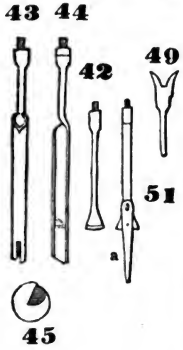
Angenommen, man bohrte nun noch weiter, und käme zu der unterſten Waſſerader, die wieder einen niedrigen Zuflußpunkt O hat, ſo hängt es abermals von mancherlei Umſtänden, beſonders von der Ausdehnung und dem Waſſerreichthume der einzelnen Schichten ab, ob dadurch der Stand des Waſſers in C bedeutend erniedrigt wird, oder nicht. Jedenfalls ſieht man, daß durch tieferes Bohren eben ſowohl eine Verſchlechterung, als eine Verbeſſerung des Brunnens erzielt werden kann.

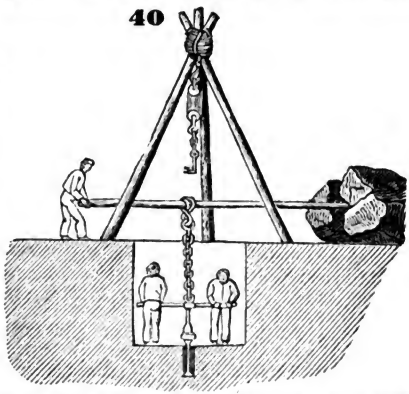
Hat man die Stelle, wo man einen Brunnen anlegen will, beſtimmt, ſo gräbt man ein kreisförmiges Loch ungefähr 6 oder 8 Fuß tief, und 5 bis 6 Fuß im Durchmeſſer. In dem Mittelpunkte dieſer Grube wird nun das Bohrloch gemacht, wobei gewöhnlich 2 Arbeiter in der Grube, und ein dritter außerhalb derſelben beſchäftigt ſind. (M. ſ. Fig. 40.)

Der Dreher oder Bohrſchwengel, Fig. 41, der am untern Ende ſeines eiſernen Schaftes mit einem inneren Schraubengewinde verſehen iſt, oben einen Ring hat, und zwei hölzerne horizontale Arme trägt, iſt das eigentliche Hauptinſtrument, an welches man die verſchiedenen Bohrer anſchraubt. Man nimmt zuerſt einen Meißel, Fig. 42, und fängt damit das Loch an. Iſt der Boden nicht ſehr hart, ſo bringen die Arbeiter, indem ſie mit aller Kraft den Bohrer niederdrücken, und dabei drehen, den Meißel bis zu einiger Tiefe herab. Iſt dagegen der Boden hart, ſo ſtoßen ſie den Meißel mit Gewalt auf, bringen ihn aber, indem ſie langſam rund gehen, immer in andere Stellungen, wodurch Steine und ſonſtige harte Körper zertrümmert werden. Zur Erleichterung dieſer Arbeit iſt ein elaſtiſcher hölzerner Baum horizontal über der Mündung des Bohrloches angebracht, von welchem eine Kette herabhängt, an die der Ring des Schwengels feſtgemacht wird. Dieſer Baum wird mit dem einen Ende in einen Haufen großer loſer Steine geſteckt, und am andern von dem obern Arbeiter gefaßt, der ihn abwechſelnd hebt und ſenkt, und ſo gleichzeitig mit den Stößen der unteren Arbeiter in vibrirende Bewegung ſetzt, wodurch dieſes mühſame Stoßen ſehr erleichtert wird.

Digitized by Google

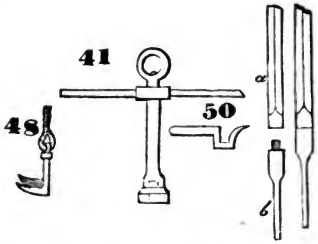
Iſt auf ſolche Art das Loch mit dem Meißel ſoweit herabgebracht, wie deſſen Länge und Stärke es geſtattet, ſo nimmt man ihn heraus, und ſchraubt dafür eine Art zylindriſchen Bohrers, Fig. 43, an den Dreher,





um die erdigen Theile und die etwa loßgeſtoßenen Steine aus dem Loche herauszuziehen. Fig. 44 iſt ein vertikaler Durchſchnitt dieſes Bohrers, und zeigt die im Innern angebrachte Klappe, welche ſich nach Oben öffnet, und das Herausfallen der aufgenommenen Erde verhindert. Indem man nämlich dieſen Bohrer in dem Loche anhaltend umdreht, füllt er ſich durch die Oeffnung an ſeinem untern Ende (welche in Fig. 45 zu ſehen iſt) mit Erde und Steinen, und wird dann heraufgezogen und entleert.

Um nun tiefer einzubohren, wird eine eiſerne, unten mit einem innern Schraubengewinde verſehene Stange a, Fig. 46, an den Meißel, und oben an den Dreher oder Schwengel angeſchraubt, und dieſelbe Arbeit, wie oben beſchrieben, fortgeſetzt. Man zieht dann das Ganze heraus, ſchraubt den Meißel ab, ſetzt den hohlen Bohrer an, zieht damit die losgemachte Erde und Steine heraus; und ſo fort. Je tiefer das Loch wird, deſto mehr Stangen ſetzt man in der Art an einander, wie Fig. 46 und 47 bei a und b zeigen. Das häufige Herausziehen der Stangen und Bohrer iſt ſchon an und für ſich eine ſchwere Arbeit, da jedoch die Bohrlöcher oft mehrere hundert Fuß tief gemacht werden müſſen, ſo werden die langen Stangen bald ſo ſchwer, daß ſie ſich zumal bei der ſtarken Reibung der Bohrer an den Wänden des Loches, aus freier Hand nicht mehr herausbringen laſſen. Man richtet daher über der Grube ein Gerüſt auf, das, wie die Figur 40 zeigt, aus drei, oben zuſammengebundenen Balken beſteht, und einen Flaſchenzug trägt, mittelſt deſſen und des an dem Stricke hängenden Hakens, die Stangen herausgewunden werden. Dieſer gabelförmige Haken, der in Figur 48 dargeſtellt iſt, wird nämlich ſo weit herabgelaſſen, daß man das obere Ende der Bohrſtange zwiſchen ſeine beiden Zinken einklemmen, und



mittelſt zweier Bolzen, die durch Löcher in den Zinken hindurch geſteckt werden, hier befeſtigen kann. Man ſetzt dann den Flaſchenzug in Aktivität, und windet den Bohrer etwa 7 Fuß (ſo viel nämlich beträgt die Länge jeder Stange) in die Höhe; hält den Bohrer in dieſer Lage mittelſt einer Gabel, Fig. 49, die man quer über das Loch legt, ſchraubt die obere Stange ab, läßt den Haken mit dem Flaſchenzuge wieder herunter, faßt die nächſte Stange, windet wieder auf, und ſo fort, bis man endlich den Bohrer heraus hat. Zum Drehen der Stangen beim An- und Auseinanderſchrauben dient ein Schraubenſchlüſſel Fig. 50.

Die erſten 60 bis 100 Fuß werden mitunter mit einem nur 2¼ Zoll breiten Meißel gebohrt, und die Erde mit einem 2¼ Zoll dicken Bohrer herausgezogen, worauf dann das Bohrloch mit einem in Fig. 51 dargeſtellten Inſtrumente ausgeweitet wird. Es iſt dieß ein gewöhnlicher 4zölliger Bohrmeißel, an welchem eine Leitſtange a ſitzt, die ihn ſtets in vertikaler Richtung erhält. Die Leitſtange nämlich ſpielt in dem vorgebohrten 2¼ zölligen Loche, während die vorſpringenden Ecken des Meißels die Erweiterung bewirken. Gewöhnlich jedoch wird, wie vorhin beſchrieben, das Loch gleich von vornherein in einer Weite von 4 Zoll gemacht, und mit einem Bohrer von 3¾ Zoll Durchmeſſer ausgeräumt.

Daß das häufige Herauswinden und Wiederhineinlaſſen ſo vieler Stangen, zumal wenn das Loch erſt zu einer gewiſſen Tiefe gekommen iſt, nebſt dem Stoßen und Drehen eine höchſt beſchwerliche und mühſame Arbeit iſt, läßt ſich leicht ermeſſen; dennoch aber geht die Arbeit, wenn keine beſondern Hinderniſſe eintreten, mit einer faſt unglaublichen Schnelligkeit von Statten. Trifft aber das Bohrloch auf einen harten Felſen, ſo koſtet es viele Mühe und Zeit, durch ihn hindurch zu kommen. Der Meißel iſt übrigens auch in dieſem Falle das Hauptinſtrument, und muß durch fortwährendes Aufſtoßen und Drehen den Stein pulveriſiren, und ſo das Loch hindurch arbeiten. Der allerſchlimmſte Zufall, der bei dieſer Arbeit eintreten kann, iſt der, daß eine Stange in dem Loche abbricht. Man braucht dann oft mehrere Tage dazu, um das im Grunde des Loches ſitzende Stück zu faſſen und heraus zu ziehen.

Hat man nun endlich Waſſer angetroffen, und glaubt mit ſeiner Güte und der Ergiebigkeit des Brunnens zufrieden ſein zu können, ſo wird zuerſt das Loch mit einem dreiſeitig zugeſpitzten Meißel abgeglichen und geglättet, indem die Arbeiter ihn nicht herabſtoßen, ſondern ihn nur tiefer und tiefer hineindrehen, wodurch die innere Oberfläche des Loches eine gewiſſe Glätte und die nöthige zylindriſche Geſtalt erlangt.

Während der Bohrung trifft man nicht ſelten auf kleine Waſſeradern, die oft ein unreines, mit mineraliſchen Theilen geſchwängertes Waſſer geben. Von dieſen nimmt man weiter keine Notiz, ſondern bohrt unverdroſſen weiter, bis man endlich auf eine gute, reichhaltige Waſſerſchicht trifft, und ſich das Bohrloch plötzlich mit Waſſer füllt, oder wohl gar überfließt.

Wie hoch das Waſſer in dem Bohrloche ſteigt, ob es bis ganz zur Mündung kommt, ob vielleicht herausſpringt, oder aber in einiger Tiefe unter der Mündung bleibt, hängt, wie oben gezeigt iſt, von örtlichen Verhältniſſen ab. Kommt es nicht bis zur Mündung herauf, ſo bleibt nichts über, als die Grube, in der ſich das Loch mündet bis zum Waſſerſpiegel und noch etwas weiter zu vertiefen, ſo, daß ſich hier ein größeres Reſervoir bildet, in welchem man nachher eine Pumpe anbringt. Es iſt in flachen Landſtrichen bei der Anlegung eines arteſiſchen Brunnens immer zweifelhaft, ob man ſo glücklich ſein wird, Waſſer zu bekommen, das bis zur Mündung ſteigt, vorausgeſetzt auch, daß die Lagerungsverhältniſſe einen ſolchen Brunnen überhaupt möglich machen. An ſehr vielen, ja an den meiſten Orten trifft man überhaupt auf gar keine Waſſeranſammlung, und bohrt ganz vergebens.

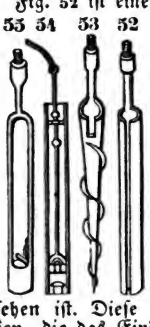
Um das Waſſer ganz rein und iſolirt zu halten, und den Zutritt

Digitized by Google

von Waſſer aus andern Waſſeradern zu vermeiden, ſo wie auch, um das Ablöſen von erdigen Theilen oder Steinchen von den Wänden des Bohrloches zu verhüten, bringt man zuletzt eine metallene Röhre, die ungefähr ¼ Zoll (äußerlich) kleiner iſt, als das Loch, in dieſes bis zu einer bedeutenden Tiefe ein. Gewöhnlich macht man dieſe Röhre von Zinn, zuweilen von Kupfer oder Blei, in einzelnen Stücken, die man nach einander in das Loch herabläßt, allemal aber erſt zuſammenlöthet. Man ſteckt erſt ein Stück der Länge nach hinein, hält es an einem Anſatze an dem oberen Ende feſt, löthet das nächſte Stück daran, läßt nun die Röhre weiter hinab, löthet wieder ein Stück an, und ſo fort, bis das Loch entweder ganz, oder bis zu der nöthigen Tiefe mit Metall ausgefüttert iſt. Statt ſolcher weicher Röhren, die natürlich nicht mit Gewalt eingetrieben werden können, geſchieht die Ausfütterung der Bohrlöcher häufiger mit gußeiſernen Röhren, die man ſelbſt von etwas größerem Durchmeſſer, als dem des Loches nimmt, und mit Gewalt hinuntertreibt, wie weiter unten beſchrieben werden ſoll.

John Good aus Tottenham, der in London und anderen Punkten Englands eine Menge von arteſiſchen Brunnen angelegt hat, hat mehrere verbeſſerte Bohrer erfunden, auf welche ihm im Auguſt 1823 ein Patent ertheilt iſt, und die hier noch eine Beſchreibung verdienen.

Fig. 52 iſt eine Art Bohrer, um weichen Thon oder Sand zu bohren.



Er iſt zylindriſch, an der einen Seite aufgeſchnitten, und unten mit einer vorſpringenden Schneide verſehen. Iſt die Erde loſe oder naß, ſo nimmt er einen ganz ähnlichen zylindriſchen Bohrer, aber mit engerem Einſchnitte oder auch ganz ohne Einſchnitt. Zum Bohren durch Kreide braucht er ebenfalls einen hohlen zylindriſchen Bohrer, der aber an dem untern Rande eine ſtärker vorſpringende Schneide hat, als die des vorhergehenden. Um das Schleifen der Schneide zu erleichtern, wendet er auch ſolche zylindriſche Bohrer an, bei welchen die Schneiden zum Schleifen ab- und nachher wieder angeſchraubt werden können.

Fig. 53 iſt ein hohler koniſcher Bohrer, für loſen Sand, der mit einer ſpiralförmigen Windung verſehen iſt. Dieſe hat zum Theil den Zweck, als eine Schraube zu wirken, die das Eindringen des Bohrers befördert, zum Theil auch, als eine geneigte Ebene beim Drehen des Inſtrumentes den über den Windungen liegenden Sand zu heben, ſo daß derſelbe endlich in die obere Oeffnung des hohlen Körpers hineinfällt, um ſo herausgezogen zu werden. Fig. 54 iſt ein hohler Zylinder, oder eine Röhre (im vertikalen Durchſchnitt) mit einem Ventile unten, und einem beweglichen Kolben, der gleichfalls mit einem Ventile verſehen iſt; mit einem Worte, eine kleine gewöhnliche Pumpe, die dazu dient, Waſſer und ganz naſſen Sand, der ſich mitunter in dem Bohrloche anſammelt, und durch andere Bohrer nicht herausgebracht werden kann, einzuziehen, und ſo herauszufördern. Der Zylinder oder Stiefel ſelbſt nämlich wird an die Bohrſtange angeſchraubt, während die Kolbenſtange an einer Schnur ſitzt, mit der man das Pumpen verrichtet. Beim Anziehen derſelben wird der Kolben gehoben, und ſinkt beim Nachlaſſen des Zuges durch ſein eignes Gewicht herab. Um zu verhindern, daß die Kolbenſtange zu hoch und aus der Pumpe herausgezogen werde, geht ſie durch ein Querſtück im oberen Ende des Stiefels, und iſt mit Anſätzen verſehen, wodurch das zu weite Herausziehen und Herabfallen verhütet wird.

Fig. 55 iſt ein Inſtrument zum Faſſen und Herausziehen abgebrochener Stangen, und beſteht aus einem an einer gabelförmigen Stange ſitzenden flachen Ringe, durch den ſich, beim Hinunterbringen des In-

Digitized by Google

ſtruments, die im Loche ſitzende Stange hindurchſchiebt, um beim Aufziehen durch einen meſſerſcharfen Fänger, der durch eine Feder ſich gegen die Stange legt, feſt eingeklemmt, und ſo heraufgezogen zu werden.

Ein anderes zu demſelben Zwecke dienendes Inſtrument iſt in Fig. 56 abgebildet; es iſt dem vorigen ganz ähnlich, nur daß der untere Theil kein zuſammenhängender Ring, und daß es mit zwei Fängern ausgerüſtet iſt, die einander gegenüber ſtehen, und die gebrochene Stange zwiſchen ſich einklemmen.

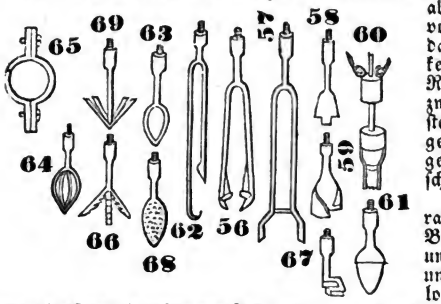


Fig. 57 iſt ein Apparat zum Ausweiten der Bohrlöcher. Er enthält unten zwei Schneiden, und wird in das Bohrloch eingedreht, wobei ſich die Erde gleichſam wegſchält. Fig. 58, iſt ein Meißel mit einer ſcharfen Hervorragung in der Mitte, um Steine zu bohren, und wird, wie der einfache Meißel, aufgeſtoßen. Indem hier die Einwirkung auf den Stein nicht in einer Ebene, ſondern an höheren und tieferen Stellen erfolgt, ſo geht das Zerſtückeln und Pulveriſiren des Steines leichter von Statten. Fig. 59, ein anderer Meißel, mit gebogener Schneide, der beſonders dazu dient, die Wände des Loches zu ebnen und zu egaliſiren.

Häufig werden die Bohrlöcher mit gußeiſernen Röhren ausgefüttert, die in einzelnen Stücken herabgelaſſen, oder vielmehr herabgetrieben werden. Die Art, wie dieß geſchieht, iſt in Fig. 60 dargeſtellt. Man ſieht hier zu unterſt das obere Ende eines Röhrenſtückes, in welches ein hölzerner Kloß eingeſetzt iſt, der an einer Stange ſitzt, die bis an die Mündung des Bohrloches reicht. Auf dieſer Stange ſchiebt ſich ein Gewicht, das an zwei Stricken hängt, und ſo abwechſelnd aufgezogen und fallen gelaſſen wird, wodurch es die Röhre herabtreibt. Hat man auf dieſe Art ein Röhrenſtück hinunter getrieben, ſo zieht man den Block und das Gewicht heraus, um das nächſte Stück einzutreiben, und ſo fort, bis die Röhre zur Mündung des Brunnen hinaufreicht.

Ein anderes, ebenfalls zum Einrammen der Röhren dienendes Inſtrument iſt in Fig. 61 dargeſtellt, und hat die Form einer Eichel. Indem man dieſe mit Gewalt auf die Mündung des Röhrenſtückes ſtößt, wirkt der vorſpringende Rand der Eichel auf den Rand der Röhre und treibt ſie ſo herab. Von Werkzeugen zum Heraufziehen abgebrochener Stangen iſt vorhin die Rede geweſen. Wenn dagegen einmal ein Bohrer in dem Loche zerbricht, ſo leiſtet das Inſtrument Fig. 62 gute Dienſte. An dem kürzeren Arme der Gabel iſt ein gekrümmter Lappen, der ſich an der Außenſeite des zylindriſchen Bohrers herabſchiebt, während der andere mit einem Haken verſehene Theil durch den Bohrer hinabgeht, unter den Rand deſſelben faßt, und ihn ſo mit herauszieht.

Will man, wie oben erwähnt, das Bohrloch mit kupfernen, zinnernen oder bleiernen Röhren ausfüttern, die der Weichheit des Metalles wegen leicht Einbiegungen und Beulen bekommen, ſo iſt es unumgänglich nothwendig, nach dem Einbringen der Röhren die etwa eingebogenen Stellen wieder aufzuweiten. Hiezu dienen wieder eigene Inſtrumente, z. B. das in Fig. 63 abgebildete, welches aus einem

Digitized by Google

länglichen Ringe beſteht, den man in allen Richtungen in der Röhre auf- und abzieht; und das in Fig. 64 dargeſtellte, in Form eines doppelten Ringes, welches in der Röhre gedreht wird. Die Klammer, Fig. 65, dient dazu, die Röhre zu faſſen, um ſie während des Eintreibens zu drehen.

Wenn loſe Steine am Grunde des Bohrloches liegen, die zu groß ſind, um ſie mittelſt des zylindriſchen Bohrers herauszubringen, und doch auch nicht gut zermalmt werden können, ſo ſchlägt der Patentträger eine dreiſchenkliche Klaue, Fig. 66, vor, deren innere Zähne den Stein faſſen und ihn herausbringen. Der horizontale Haken, Fig. 67, hat noch den Zweck, abgebrochene Stangen herauszuholen. Da nämlich die Bohrſtangen an den Verſchraubungen etwas dicker ſind, als an ihren übrigen Theilen, ſo kann man den Haken Fig. 67 um den dünneren Theil umlegen, und, indem der dickere Anſatz nicht hindurchgeht, durch Aufziehen des Hakens die Stange herausbringen.

Iſt es nöthig, eingelaſſene Röhren herauszuziehen, ſo hat man dazu das Inſtrument Fig. 68, welches die Form einer Ananas hat, und auf ſeiner Oberfläche wie eine Raſpel aufgehauen iſt, ſo daß die Zähne nach oben gekehrt ſind. Dieſer Körper läßt ſich in einer Röhre von Kupfer, Blei, oder Zinn ſehr gut herabtreiben, greift aber beim Aufziehen in die Wände derſelben ein, und zieht ſie mit in die Höhe. Denſelben Zweck hat das Inſtrument Fig. 69, deſſen Widerhaken elaſtiſch ſind, ſich daher beim Eintreiben in eine Röhre etwas zuſammendrücken, und ſo ohne Schwierigkeit hineingebracht werden können, während ſie beim Aufziehen ſich gegen die Wände der Röhre ſpreitzen, und dieſe mit aufziehen.

Dieß ſind die neuen Vervollkommnungen des Herrn Good, auf welche er das Patent erhalten hat. In ſeinem Verfahren beim Bohren iſt eigentlich nichts Neues, und nur die Einrichtung der Inſtrumente kann als Gegenſtand des Patentes angeſehen werden. Er räth außerdem noch, lange Eimer, mit aufwärts ſich öffnenden Ventilen in dem Boden, anzuwenden, um das Waſſer in die Höhe zu bringen, wenn es nicht von ſelbſt aus dem Brunnen ausfließen will, und andere Pumpwerke zu demſelben Zweck, die jedoch wenig Neues darbieten.

Um den Gang der Bohrarbeiten bei Anlegung eines arteſiſchen Brunnens anſchaulicher zu machen, folgt hier eine kurze Beſchreibung einer vor Kurzem zu Mortlake in Surrey ausgeführten, und mit dem beſten Erfolge gekrönten Bohrung. Die Stelle, wo der Brunnen angelegt iſt, liegt ungefähr 100 Fuß von der Themſe entfernt. Die erſten, aus Sand, Grand u. dgl. Diluvial-Gebilden beſtehenden 20 Fuß, ſo wie die nächſten 200 Fuß im Londoner Thon wurden mit einem 7zölligen Bohrer ausgeführt, und dann eine 8zöllige gußeiſerne Röhre eingetrieben, um das obere Quellwaſſer und Themſewaſſer abzuhalten. Die Bohrung wurde nun mit einem 4zölligen Bohrer fortgeſetzt, bis in der Tiefe von 260 Fuß das Thonlager durchſunken war, und man das Sandlager des plaſtiſchen Thons erreichte.

Hier traf man zwar auf ſehr weiches und reines Weſſer, das jedoch in zu geringer Menge vorhanden war, und nicht bis zur Mündung des Bohrloches aufſtieg. Die Bohrung wurde alſo noch fortgeſetzt, und nachdem man 55 Fuß in abwechſelnden Schichten von Sand und Thon niedergegangen war, traf man auf das Kreidelager. Nunmehr wurde eine zweite, 4½zöllige eiſerne Röhre in dem Bohrloch herab, und ſelbſt bis in die Kreide hineingetrieben, um das Waſſer des Sandes und plaſtiſchen Thones abzuhalten, ſodann in der Kreide mit einem 3¼zölligen Bohrer weiter gearbeitet. Dieß harte Kreidelager, worin ſehr viel Feuerſtein vorkam, war 35 Fuß mächtig. Als es durchbrochen war, und der Bohrer in dem darauf folgenden Lager von weicher Kreide wenige Fuß niedergebracht war, ſank er plötzlich 15 Fuß tief herab; der Bohrer wurde nun herausgewunden, worauf denn das Waſſer in

Digitized by Google

die Höhe stieg, und selbst noch überfloß. Die ganzen Kosten des Brunnens beliefen sich nicht höher als 300 Lstr.

Die Mächtigkeit der durchsunkenen Lager war folgende: Grand 20 Fuß, Londoner Thon 250 Fuß, Sand und plastischer Thon 55, harte Kreide mit Feuerstein 35 Fuß, weiche Kreide 15 Fuß; also Gesammttiefe des Brunnens 375 Fuß. —

Asbest. S. Amianth.

Asphalt. (Asphalte, bitume, Asphaltum, Bitumen.) Eine schwarze, in der Erde vorkommende, im Aeußeren der Steinkohle nicht ganz unähnliche Substanz von unbekanntem Ursprunge, die, wie die meisten organischen Körper, aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff besteht. Es findet sich nur in jüngeren Gebirgsmassen, nie im Urgebirge, und kommt an einzelnen Punkten, z. B. auf der Insel Trinidad, theils in großen Massen, theils in zerstreuten Klumpen vor, die auf einem Theil der Insel in Menge gefunden werden.

Der größte Theil des im Handel vorkommenden Asphaltes wird jedoch am todten Meere gewonnen, wo es, vom Wasser ausgeworfen, am Strande in Menge gesammelt werden kann; daher der Name Judenpech, welchen es auch führt.

In der Farbe und im Bruch hat es mit gewöhnlichem Pech viel Aehnlichkeit, durch Reibung wird es negativ elektrisch. Spez. Gew. = 1, 16. Es schmilzt bei der Temperatur des siedenden Wassers, entzündet sich leicht schon an der Lichtflamme, brennt mit leuchtender, rußender Flamme, und hinterläßt wenig Asche. Durch trockne Destillation liefert es ein eigenthümliches bituminöses Oel, sehr wenig Wasser, etwas brennbares Gas und Spuren von Ammoniak, während ungefähr ¼ seines Gewichtes an Kohle zurückbleibt, die beim Einäschern eine aus Kieselerde, Thonerde, Eisenoxyd, Manganoxyd, und zuweilen etwas Kalk bestehende Asche gibt.

Nach John läßt sich das Asphalt durch verschiedene Auflösungsmittel in drei verschiedene Bestandtheile zerlegen. Wasser wirkt gar nicht darauf; absoluter Alkohol zieht etwa 5 Proc. gelbes, in Alkohol und in Aether lösliches Harz aus. Aus dem von der Behandlung mit Alkohol gebliebenen Rückstande nimmt Aether 70 Proc. (von dem Gewichte des Asphaltes) braunes Harz auf, welches in flüchtigen Oelen, so auch im Steinöl sehr leicht löslich ist. Der im Aether unlösliche Theil des Asphaltes endlich wird von Terpentinöl und von Steinöl leicht, dagegen nur unbedeutend von Lavendelöl aufgelöst. Diese drei harzigen Stoffe lösen sich sämmtlich in der Wärme im Anis-, Rosmarin-, Terpentin-, Oliven-, Hanf- und Steinöl. Auch ätzende Kalilauge verbindet sich mit Asphalt in ziemlicher Menge zu einer schwarzbraunen Auflösung; kohlensaures Kali dagegen nicht.

Man benutzt das Asphalt als Zusatz zu einem wasserdichten Kitt, besonders aber zu schwarzen Lackirungen für blecherne Theebretter und andere Gegenstände. Man erhält einen solchen Lack, wenn man 12 Theile geschmolzenen Bernstein, 2 Theile weißes Harz, und 2 Theile Asphalt in einer Mischung von 6 Theilen Leinölfirniß, und 12 Theilen Terpentinöl auflöst.

Zu Aniches im Departement du Nord in Frankreich, kommt eine schwarze, sehr leicht schmelzbare und weiche Art von Asphalt vor, die auch mit Flamme brennt, und aus welcher Alkohol, Aether und Terpentinöl eine fettige, durch Alkalien verseifbare Substanz ausziehen.

Das Asphalt von Murindo bei Choco in Kolumbien hat eine bräunlich schwarze Farbe, ist weich und von erdigem Bruch. Es hat einen scharfen Geschmack, brennt unter Verbreitung eines vanilleartigen Geruches, und soll viel Benzoesäure enthalten. Es scheint, als wenn diese Art von Asphalt durch langsame Zersetzung von Holzarten entstehe, die Benzoïn enthalten.

Digitized by Google

In großer Menge kommt, wie schon erwähnt, das Asphalt auf dem Asphaltsee in Judäa (dem s. g. todten Meere) vor. Es quillt nämlich im flüssigen Zustande mit Wasser aus mehreren benachbarten Quellen hervor, gelangt so mit in den See, wird nach und nach fest, und sammelt sich in Klumpen auf der Oberfläche des Wassers; der Wind treibt es an das Ufer, wo es von den Einwohnern gesammelt, und in den Handel gebracht wird. Bei der allmähligen Verdickung dieses Asphaltes verbreitet sich ein unangenehmer Geruch (ohne Zweifel durch Verflüchtigung von Naphta) in der Atmosphäre, von dem die Einwohner behaupten, daß er Vögel, die über den See fliegen wollen, tödten könne.

Der allermerkwürdigste Ort aber hinsichtlich des Vorkommens von Asphalt ist wohl das Asphaltlager auf der Insel Trinidad, welches dort der Theersee heißt. Dieser liegt auf dem höchsten Punkte der Insel, und verbreitet einen Geruch, der noch in mehreren Meilen Entfernung bemerkbar ist. Auf den ersten Blick könnte man ihn für einen Wassersee halten, in größerer Nähe aber gewinnt er das Ansehen einer Glasfläche. Bei heißem Sonnenschein kommt die Oberfläche wohl einen Zoll tief in Fluß, wo man dann nicht darauf gehen kann. Der See ist fast rund, und hat drei englische Meilen im Umfang; die Tiefe ist unbekannt. Nicht selten entstehen breite Sprünge in der Masse, und schließen sich dann wieder, daher man annimmt, daß Wasser darunter sey. Der Erdboden in ziemlich weiter Erstreckung um diesen See besteht aus kohligen Theilen und hartgebrannter Erde, und zeigt unverkennbare Spuren von Einwirkung eines unterirdischen Feuers. An mehreren Stellen in den benachbarten Holzungen findet man runde Vertiefungen und Spalten in der Erde, die etwa 2 Zoll tief mit flüssigem Bergtheer gefüllt sind.

Hatchett hat mehrere Proben von Asphalt aus Trinidad untersucht, und nimmt an, daß, was man bisher für reines Bergpech gehalten hat, eigentlich nur ein poröses, thoniges, stark mit Bitumen imprägnirtes Gestein ist.

Diese verschiedenen Arten Asphalt gehören ausschließlich den sekundären und tertiären Gebirgsformationen an, und kommen nie, außer in einzelnen kleinen Gängen im Urgebirge vor. Am häufigsten findet es sich in Kalk, Thon und Sandlagern; mitunter auch in vulkanischen Gebilden.

Das mit dem Asphalt so nahe verwandte Steinöl, petroleum, kommt oft auf dem Wasser vor, das von vulkanischen Gebirgsmassen herabfließt, oder auf Quellen, die an dem Fuße solcher Gebirge entspringen, selbst das Meer in der Nähe der vulkanischen Inseln des grünen Vorgebirges ist mitunter mit einer feinen Haut von Steinöl bedeckt. Breislack beobachtete eine Steinölquelle am Grunde des Meeres in der Nähe des südlichen Fußes des Vesuv.

Ein Körper, zu dem das Steinöl in einer sehr konstanten und bemerkbaren Beziehung steht, ist das Kochsalz; so daß fast alle Länder, in denen viel Steinöl vorkommt, als Italien, Siebenbürgen, Persien, die Umgegend von Babylon, die des todten Meeres u. a., auch Steinsalz-Lager, oder Salzseen haben, oder auch Salz aus dem Erdboden auswittern lassen.

Schwefelkies ist oft mit Steinöl durchdrungen, oder enthält auch einen bituminösen Kern. Der eigentliche Ursprung des Bitumen ist noch ebenso unbekannt wie der der meisten Mineralkörper. Einige Naturforscher sehen es als ein empyreumatisches Oel an, welches von einem Zerstörungsprozeß herrührt, den die urweltlichen Thiere und Pflanzen, deren feste Ueberreste noch jetzt in unermeßlicher Menge gefunden werden, unterlegen haben. Andere haben die Vermuthung aufgestellt, daß das Steinöl ein Produkt von Steinkohlen ist, die entweder durch vulkanisches Feuer, durch einen unterirdischen Brand oder

Digitized by Google

durch Zersetzung von Schwefelkies erhitzt eine Art trockner Destillation erlitten.

Eine eigenthümliche sehr seltene Art von Bitumen ist das elastische Erdpech, oder fossile Federharz, das nur an wenigen Punkten, besonders bei Castleton in Derbyshire in Klüften eines schiefrigen Thones gefunden wird.

In den letzten Jahren hat man in Frankreich angefangen, einen aus Asphalt bereiteten Kitt zum Pflastern von Straßen, Terrassen, zu Dachbedeckungen, zum Auskleiden von Wasserbehältern und anderen ähnlichen Zwecken in Masse zu verwenden. Das zu diesem Kitt dienende rohe Material wird von Lobsann (Dep. des Niederrheins), von Seyssel und Parc (Dep. de l'Ain) und von Puy de la poix (Dep. Puy de dôme) bezogen; doch wendet man gegenwärtig eben so viel, ja noch häufiger eingedampften Steinkohlentheer an.

In der Nähe von Lobsann, und an den anderen genannten Punkten kommt ein, mit weichem Asphalt ganz durchdrungener sehr lockerer Kalkstein vor, der das Hauptmaterial des Asphaltkittes bildet. Man trocknet ihn nämlich, pulverisirt und siebt ihn, macht ihn in einem Kessel heiß und rührt etwa ¼ seines Gewichtes geschmolzenes Asphalt hinzu, das in einem besonderen Kessel heiß gemacht wurde.

Ist diese Masse völlig gleichförmig durchgerührt, so füllt man sie mit einem eisernen Löffel in rechteckige Formen, die aus vier getrennten Seitenstücken bestehen, welche man auf ein mit Eisenblech bekleidetes hölzernes Bodenstück aufstellt, und mittelst eingesteckter Pflöcke befestigt. Um das Anhaften des Asphaltes an die Form zu verhindern, bestreicht man Wände und Boden mit Lehmbrei. Nach dem Abkühlen und Festwerden der Masse nimmt man die Form auseinander und bringt die so erhaltenen Ziegel in den Handel. Sie haben gewöhnlich eine Länge von 18, eine Breite von 12 und eine Dicke von 4 Zoll, und wiegen etwa 70 Pfund.

Um diese Kuchen zur Herstellung von Trottoirs zu gebrauchen, schmelzt man sie wieder ein und setzt so viel Kiesgrand hinzu, daß ein dicker, aber noch gießbarer Brei entsteht, gießt diesen über die vorher geebnete, mit Sand oder Mörtel bedeckte Unterlage in der Dicke von etwa ½ bis ¾ Zoll aus, und ebnet die Oberfläche, so lange sie noch warm und knetbar ist, durch Klopfen mit viereckigen Handbrettern. Da sich aber größere Flächen nicht in einem Guß herstellen lassen, so gießt man zur Zeit nur kleine Flächen von 6 bis 8 Quadratfuß, wobei man den Raum mit hölzernen Linealen begrenzt, sorgt aber dafür, daß die Ränder der einzeln gegossenen Flächen vollständig zusammenschmelzen und ein Ganzes bilden.

Aether (éther, ether) bezeichnet im Allgemeinen eine Klasse sehr leichter, flüchtiger, brennbarer, mehr oder weniger wohlriechender Flüssigkeiten, die durch Destillation von Alkohol mit fast allen stärkeren Säuren entstehn; doch hat die Natur der Säure einen wesentlichen Einfluß auf die Beschaffenheit des gewonnenen Aethers, so daß man nach den angewandten Säuren verschiedene Aetherarten unterscheidet.

Die einzige Art von allgemeinerer Wichtigkeit ist der Schwefeläther (Aether im engern Sinne), der zuerst im Jahre 1540 unter dem Namen „versüßtes Vitriolöl" von Valerius Cordus zu bereiten gelehrt wurde. Erst 190 Jahre später machte Frobenius die Chemiker wieder auf diese Substanz, der er den Namen Aether gab, aufmerksam.

Man hat zwei Methoden, den Aether darzustellen. Bei der einen werden die ganzen Quantitäten Alkohol und Schwefelsäure zusammengegeben und ohne Weiteres destillirt; bei der anderen dagegen wird nur ein Theil des Alkohols mit der Säure gemischt, in Destillation gesetzt, und in dem Maße, wie die Zersetzung des Alkohols fortschreitet, das Uebrige in einem feinen Strahl in die Säure einfließen gelassen.

Digitized by Google

Erste Methode. Man mischt gleiche Gewichtstheile Weingeist, von 0,83 spez. Gew. und Schwefelsäure von 1,842 spez. Gew. in einer großen Retorte auf die Weise, daß man zuerst den Weingeist hineinbringt, ihn, durch angemessenes Schwingen der Retorte, in eine kreisförmig wirbelnde Bewegung versetzt, und nun die Schwefelsäure in den vertieften Mittelpunkt des Wirbels langsam eingießt. Die Mischung erwärmt sich hiebei, und wird sofort der Destillation unterworfen, indem man eine geräumige Vorlage anlutirt und die Retorte im Sandbade erhitzt. Die Aetherbildung geht vornehmlich bei einer gewissen Temperatur von Statten. Läßt man nämlich die Retorte etwas abkühlen, und erwärmt sie nur in einem Wasserbad, so geht eine Zeitlang nur Alkohol ohne Aether über, bis der Siedpunkt der Flüssigkeit, durch die Verdampfung des Alkohols, zu der für die Aetherbildung geeigneten Temperatur gestiegen ist.

Als erste Vorlage dient am besten ein kugelförmiger Ballon, mit einer, von dem unteren Theile auslaufenden, vertikal abwärts gehenden Röhre, welche auf den Boden einer zweiten zylindrischen, äußerlich mit Eis oder Schnee, oder doch mit möglichst kaltem Wasser umgebenen Vorlage herabreicht. Der Retortenhals ist hiebei in die seitliche Tubulirung des Ballons eingekittet, und wenn der Prozeß einige Zeit im Gange gewesen und die Luft aus Retorte und Ballon großtentheils ausgetrieben ist, kann man auch die Röhre des Ballons mit dem Halse der zylindrischen Vorlage luftdicht verbinden.

Die Flüssigkeit in der Retorte muß in beständigem Kochen gehalten werden, wobei die Aetherdämpfe theils schon in dem Ballon, theils bei ihrem Eintritt in das abgekühlte Destillat der zweiten Vorlage vollständig verdichtet werden. Den guten Fortgang der Operation kann man daran beobachten, daß sich an den Wandungen des Ballons gewissermaßen ölichte Streifen von Aether herabziehen, nach deren Aufhoren auch die Operation beendigt ist. Man muß nun die Retorte aus dem Sandbade herausheben, weil bei fernerer Erhitzung, wobei die Temperatur mehr und mehr steigt, schwefligte Säure entsteht, die den Apparat mit weißen Dämpfen füllt, und das Destillat verunreinigt; zugleich entsteht in diesem Fall eine andere, dichtere Flüssigkeit, das sogenannte Weinöl.

Die Theorie der Aetherbildung besteht kürzlich darin, daß wenn konzentrirte Schwefelsäure und Alkohol gemischt werden, einentheils verdünnte Schwefelsäure, und zweitens eine eigenthümliche Verbindung, die Aetherschwefelsäure (früher Schwefelweinsäure genannt) entsteht. Die chemische Zusammensetzung des Alkohols ist so, daß er die Bestandtheile von 1 Atom Aether und 1 Atom Wasser enthält, und daher als eine chemische Verbindung von Aether und Wasser betrachtet werden kann. Kommt er mit einer angemessenen Menge Schwefelsäure zusammen, so bewirkt diese eine Trennung des Aethers vom Wasser; Ein Theil der Schwefelsäure verbindet sich mit dem Wasser, ein anderer (und zwar im wasserfreien Zustande) mit dem Aether zu Aetherschwefelsäure, welche aus 1 Atom Aether und 2 Atomen wasserfreier Schwefelsäure besteht. Bei erhöheter Temperatur, am vollständigsten bei 140° C, zerlegt sich die Aetherschwefelsäure wieder in ihre Bestandtheile; der Aether destillirt über, während die Schwefelsäure zurückbleibt.

Die in der Retorte rückständige Schwefelsäure ist gewöhnlich durch eine kohlige Materie schwarz gefärbt, übrigens aber fast unverändert, und man kann daher mit ihr noch eine neue obwohl geringere Portion Alkohol in Aether verwandeln, was auch der Theorie völlig entspricht.

Zweite Methode. Ein weit vortheilhafteres Verfahren, als das beschriebene ältere, ist von Boullay angegeben, und besteht darin, Alkohol in die vorher auf 140° erhitzte Schwefelsäure langsam eintröpfeln zu lassen. Wenn man jedoch hiezu konzentrirte Schwefelsäure nehmen wollte, so würde die Einwirkung viel zu heftig sein, und statt des Aethers würde man ölbildendes Gas bekommen. Man verdünnt daher die Schwefel-

Digitized by Google

säure mit Wasser oder noch besser mit Weingeist, in dem Verhältniß von 3 Theilen höchst konzentrirter Schwefelsäure gegen 2 Theile Alkohol von 0,83, und destillirt erst einen Theil des aus dieser Mischung entstehenden Aethers ab, bevor man den Alkohol zufließen läßt. Dieß geschieht nun so, daß man eine enge Glasröhre durch die Tubulatur der Retorte bis in die Mischung hinein steckt und mit einem Kork luftdicht befestigt; das obere Ende dieser Röhre aber mit dem längeren Schenkel eines metallnen Hebers verbindet, dessen kurzer Schenkel in einem Gefäße mit Alkohol liegt, und mit einem Hahn versehen ist. Mittelst dieses Hahnes hat man es nun in seiner Gewalt, den Zufluß des Alkohols zu reguliren, so daß er nicht schneller einfließt, als er zersetzt wird.

Bei fabrikmäßigem Betriebe im Großen geht die Verdichtung der Dämpfe am besten mit einer zinnernen, mit eiskaltem Wasser umgebenen Schlange von Statten, aus welcher das Destillat in eine Glasflasche läuft. Die Menge von Alkohol, die man auf diese Weise mit einer gegebenen Menge Schwefelsäure in Aether umwandeln kann, ist wohl noch nicht mit Genauigkeit bestimmt, doch beträgt sie wenigstens das Vierfache vom Gewichte der gebrauchten Schwefelsäure. Bei diesem Verfahren entsteht weder schwefligte Säure noch eine erhebliche Menge von Weinöl; die Masse verkohlt sich nicht, sondern nimmt nur eine bräunliche Färbung an, auch liefert sie, nach Versuchen von Geiger, fast die ganze Menge Aether, die der Theorie nach gebildet werden muß. So liefern nach ihm 57 Theile Alkohol von 0,83 spez. Gew., die 46,8 Theile absoluten Alkohol enthalten, 33½ Theil Aether, während sie theoretisch 37¼ Theil liefern sollten.

Der durch die erste Destillation erhaltene Aether ist nie rein, sondern enthält stets eine gewisse Menge Alkohol. Sein spez. Gew. pflegt gewöhnlich 0,78 zu sein; und ist er nach der alten Methode bereitet, so ist er noch mit schwefligter Säure und Weinöl verunreinigt. Von allen diesen Beimischungen muß er nun gereinigt werden. Zu dem Ende schüttelt man ihn erst mit einem gleichen Volumen Kalkmilch, wodurch sowohl die schwefligte Säure als auch der Alkohol ihm entzogen werden; man gießt ihn nun ab, und schüttelt ihn mit einer gleichen Menge Wasser, gibt ihn wieder ab und bringt ihn in eine Retorte mit gröblich zerstoßenem Chlorkalzium und destillirt ihn über. Das zuerst übergehende Drittel ist, wenn alle Vorschriften genau beobachtet wurden, ganz reiner, oder absoluter Aether.

Gay-Lussac schreibt vor, man solle ihn zuerst mit dem doppelten Volumen Wasser schütteln, ihn dann mit gestoßnem ungelöschten Kalk mischen, 12 bis 14 Stunden lang stehn lassen, und dann ¾ abdestilliren, welches dann reiner Aether ist. Die übrigen ¼ enthalten eine kleine Menge Alkohol.

Wenn man bei der Boullay'schen Methode den Alkohol zu rasch zufließen läßt, so destillirt ein guter Theil desselben unverändert mit dem Aether über. Wenn man dann einen solchen stark alkoholhaltigen Aether mit Wasser schüttelt, so nimmt dieses einen beträchtlichen Theil davon auf, weil Aether in verdünntem Weingeist löslich ist. Es ist daher besser, einen zu stark mit Weingeist verunreinigten Aether vor der Behandlung mit Wasser noch einmal zu destilliren, und die zuerst übergegangene Hälfte der Reinigung zu unterwerfen; die andere Hälfte bewahrt man auf, um sie bei einer künftigen Aetherbereitung statt Alkohol zu verwenden.

Die Eigenschaften des reinen Aethers sind folgende. Er ist eine wasserklare Flüssigkeit von 0,713, oder 0,715 spez. Gew. bei 15½° C, von eigenthümlichem, sehr durchdringenden Geruch, und einem, zuerst bitteren, brennenden, süßlichen, hinterher kühlenden Geschmack. Er reagirt weder sauer noch alkalisch, ist ein Nichtleiter der Elektrizität, und besitzt starkes Lichtbrechungsvermögen, ist äußerst flüchtig, und kocht schon bei 35½° C, daher die große Kälte, die er beim Verdunsten erzeugt. Bei der Temperatur von 17° C hält die Expansivkraft des

Digitized by Google

Aetherdampfes einer Queckſilberſäule von 15 Zoll oder ungefähr dem halben atmoſphäriſchen Druck das Gleichgewicht. Bei einer Kälte von 31° fängt er an in glänzenden weißen Blattchen zu kryſtalliſiren, und bei — 44° geht er ganz in eine weiße kryſtalliniſche Maſſe über.

Leitet man Aetherdampf durch eine weißglühende Porzellanröhre, ſo ſetzt er darin ¼ Proz. Kohle ab; während in der Vorlage 1½ Proz. theils kryſtalliniſches, theils dickflüſſiges braunes Oel verdichtet wird. Die kryſtalliniſche Subſtanz iſt in Alkohol löslich, das braune Oel nur in Aether. Die übrigen Zerſetzungsprodukte ſind gasförmig und beſtehn aus ölbildendem Gas, Grubengas, Kohlenoxydgas, und etwa 1 Proz. kohlenſaurem Gas.

Der Aether fängt äußerſt leicht Feuer, ſelbſt ſchon in einiger Entfernung von einer Flamme, und man muß ſich daher hüten, nicht etwa nahe bei einem brennenden Lichte Aether aus einem Gefäß in ein anderes umzugießen. Auch durch den elektriſchen Funken entzündet er ſich leicht. Er verbrennt vollſtändig mit heller, bei unvollſtändigem Luftzutritt rußender Flamme.

Miſcht man Aetherdampf mit dem 10fachen Volumen Sauerſtoffgas, und zündet ihn an, ſo brennt er mit einer ſehr heftigen Exploſion ab, wobei er ſein 6faches Volumen Sauerſtoffgas verbraucht, und 4 Raumtheile kohlenſaures Gas, nebſt Waſſer gibt.

Längere Zeit mit atmoſphäriſcher Luft in Berührung, zerſetzt er ſich allmählig unter Aufnahme von Sauerſtoff, und geht in Eſſigſäure und Waſſer über; noch ſchneller bei mehrmaliger Deſtillation unter Luftzutritt. Die Eſſigſäure verbindet ſich dabei mit Aether zu Eſſigäther. Man bewahrt den Aether daher am beſten in wohl verkorkten Flaſchen auf, die mit ihm ganz gefüllt ſein, und an einem kühlen Orte ſtehn müſſen, widrigenfalls er ſauer wird und verdirbt; er enthält in dieſem Zuſtande 15 Proz. von ſeinem Volum Stickgas (aus der atmoſphäriſchen Luft aufgenommen) kein Sauerſtoffgas, weil dieſes in ſeine Miſchung übergegangen iſt.

Zuſammenſetzung des Aethers.

	Atome			in 100 Theilen:
Kohlenſtoff	. 4	=	305,75	65,32
Waſſerſtoff	. 10	=	62,40	13,31
Sauerſtoff	. 1	=	100,00	21,37
			468,15	100,00

Nach dieſer Zuſammenſetzung kann man ihn auch als aus 1 Atom Waſſer und 4 Atomen ölbildendem Gaſe beſtehend anſehen, oder, in anderen Worten: Aether enthält auf 1 Atom Waſſer noch einmal ſo viel ölbildendes Gas als Alkohol. Dem Raume nach kann 1 Volum Aetherdampf als aus 1 Vol. Waſſerdampf und 2 Vol. ölbildendem Gas beſtehend gedacht werden, während Alkohol gleiche Raumtheile von beiden enthalten würde. —

Atlas (satin, satin) iſt der Name eines ſeidenen Stoffes, welcher zuerſt aus China kam, und ſich durch ſeine ſehr glatte, feine und glänzende Oberfläche in ſolchem Grade auszeichnet, daß man den Ausdruck „Atlasglanz“ als die Benennung einer eigenen Art Glanz in der Mineralogie u. ſ. w. eingeführt hat. Die Kette des Atlaſſes beſteht aus ſehr feiner und glänzender Seide; und ſie iſt es, welche, indem ſie auf der rechten Seite dem größten Theile nach freiliegt, hier den Glanz hervorbringt. Die linke Seite, auf welcher man faſt nur den gröberen, aus geringerer Seide beſtehenden, Eintrag bemerkt, hat wenig Glanz. Zum Weben des Atlaſſes dient ein Stuhl mit wenigſtens 5 Schäften und ebenſo vielen Tritten. Der ſchönſte Atlas wird mit 8, und zuweilen noch mehr, Schäften gewebt; der fünfſchäftige führt oft den Namen Baſtard-Atlas. (M. ſ. den Artikel Weberei.) Nachahmungen des

Digitized by Google

seidenen Atlasses sind der wollene Atlas, der leinene Atlas oder Atlas-Drell, und einige baumwollene, auf Atlasart gewebte Stoffe.

Aetzen (etching). In der technischen Bedeutung bezeichnet das Wort „Aetzen" diejenige Operation, bei welcher auf der Oberfläche eines Körpers, durch theilweise Behandlung derselben mit einem (flüssigen oder dampfförmigen) Auflösungsmittel, beliebige (meist nicht sehr bedeutende) Vertiefungen hervorgebracht werden. Das angewendete Auflösungsmittel heißt, insofern es flüssig ist, Aetzwasser, und besteht in der Regel aus einer verdünnten Säure, indem Metalle und kalkerdige Substanzen es hauptsächlich sind, auf welche das Aetzen Anwendung findet. Zum Schutze derjenigen Oberflächen-Theile, welche nicht vertieft, also nicht durch das Aetzwasser angegriffen werden sollen, ist eine dem Letztern widerstehende Decke nothwendig, welche in einigen Fällen Wachs (auf den erwärmten Körper dünn aufgerieben) oder ein bald trocknender Firniß sein kann, gewöhnlich aber aus einer Mischung von Harzen besteht, dem sogenannten Aetzgrunde (s. diesen Artikel). Nur in sehr wenigen Fällen ist das Verfahren anwendbar, welches bei flüchtiger Betrachtung als das einfachste erscheint, nämlich die vor dem Aetzwasser zu bewahrenden Stellen allein mit dem schützenden Ueberzuge zu versehen; fast ohne Ausnahme geht man vielmehr auf die Art zu Werke, daß man die ganze Fläche überzieht und dann die dem Aetzwasser auszusetzenden Theile wieder entblößt, weil namentlich feine Zeichnungen mit scharfen und reinen Umrissen, oder solche, die blos aus schmalen Linien bestehen, nur auf diesem Wege ausgeführt werden können. Die Beseitigung des Aetzgrundes an den zu ätzenden Stellen heißt das Radiren, und geschieht durch Ritzen mit einer feinen Stahlspitze (Radiernadel) oder bei breiteren Theilen durch Wegschaben mit einer kleinen spitzigen Messerklinge.

1. Das Aetzen auf Kupfer, welches unter allen Arten des Aetzens die allgemeinste Anwendung findet, dient zur Herstellung von Kupferplatten für den Abdruck, und wird nicht nur selbst auf verschiedene Weise ausgeführt, sondern oft auch mit anderen Manieren des Kupferstiches, namentlich mit der Grabstichelarbeit, kombinirt. Es müssen drei wesentlich eigenthümliche Arten, Zeichnungen zum Abdruck auf Kupfer zu ätzen, unterschieden werden: das Radiren (oder die eigentliche Aetzkunst), die Aquatinta und die erhabene Manier (oder Ektypographie). Bei den ersten zwei Methoden wird das, was sich abdrucken soll, in die Tiefe geätzt; bei der dritten Methode wird umgekehrt der nicht zur Zeichnung gehörige Theil der Oberfläche eingeätzt, und die Zeichnung selbst bleibt als Relief stehen, wie es für den Abdruck in der Buchdruckerpresse erforderlich ist.

a) Eigentliche Aetzkunst. Nachdem die glattgeschliffene und polirte Platte durch Abreiben mit nasser geschlemmter Kreide von Fett befreit, mit Wasser abgespült und mit reiner Leinwand abgetrocknet ist, trägt man den Aetzgrund auf dieselbe auf (s. Artikel Aetzgrund), der ihre Oberfläche in einer sehr dünnen und gleichförmigen Lage überziehen muß. Um die zu radirende Zeichnung gehörig auf die Platte zu bringen, gibt es mehrere Methoden, von welcher eine der gebräuchlichsten darin besteht, daß man die grundirte Kupferplatte mit Bleiweiß (in schwachem Leimwasser angerührt) dünn bestreicht, die Zeichnung auf durchsichtigem Papier kopirt, letzteres auf der Rückseite mit gepulvertem Röthel einreibt, diese gefärbte Seite des Blattes auf die weiße Fläche des Aetzgrundes legt, und nun Zug für Zug mit einer stumpfen stählernen Nadel unter mäßigem Aufdrücken nachfährt. Nach dem Abnehmen des Papiers erscheint die Zeichnung roth und deutlich sichtbar auf dem Bleiweißanstriche, und man kann sie nun radiren, indem man die Linien mit der scharfspitzigen Radirnadel durch den Aetzgrund bis auf das blanke Kupfer einritzt.

Digitized by Google

Nach vollendeter Radirung schreitet man zum Aetzen, indem man die Platte ringsum mit einem etwa zollhohen Rande von Klebwachs (aus gelbem Wachs und Terpentin zusammengeschmolzen) einfaßt, das Aetzwasser etwa ½ Zoll hoch aufschüttet, und so lange als nöthig wirken läßt; dann dasselbe abgießt, die Platte mit reinem Wasser sorgfältig spült, trocknet, und den Aetzgrund durch Waschen mit Terpentinöl beseitigt. Reines mit Wasser verdünntes Scheidewasser kann als Aetzwasser auf Kupfer gebraucht werden, und bietet die eigenthümliche Erscheinung dar, daß es durch den Gebrauch selbst verbessert wird, indem die schon ein Mal zum Aetzen angewendete und dadurch kupferhaltig gewordene Flüssigkeit bei neuem Gebrauche zwar langsamer aber reiner ätzt. Man zieht es daher meistentheils vor, gleich von Anfang ein kupferhaltiges Aetzwasser zu bereiten, z. B. auf folgende Weise: Man löset in Scheidewasser so viel Kupfer auf, als es aufzunehmen im Stande ist, vermischt diese Flüssigkeit mit dem dritten Theile ihres Volumens einer gesättigten Auflösung von Salmiak in Essig, gießt das Gemisch auf die Kupferplatte, und verschärft es nach Erforderniß durch vorsichtiges Hinzutröpfeln von Scheidewasser.

Callot und Piranesi gebrauchten ein Aetzwasser aus 8 Theilen Weinessig, 4 Theilen Grünspan, 4 Theilen Kochsalz, 4 Theilen Salmiak, 1 Theil Alaun und 16 Theilen Wasser.

Während des Aetzens muß fast ohne Unterbrechung das Aetzwasser auf der Platte mit einer weichen Schreibfederfahne langsam gerührt oder bewegt werden, damit es gleichmäßiger wirkt, und die entstehenden Gasbläschen in den radirten Strichen nicht lange hängen bleiben. Die Vollendung des Aetzens erkennt man durch Untersuchung einiger in einer Ecke der Platte radirter und mitgeätzter Probestriche. Sehr oft ist es erforderlich, verschiedene Theile einer Zeichnung ungleich stark zu ätzen. In diesem Falle unterbricht man das Aetzen durch Abgießen des Aetzwassers, sobald die zartesten Theile ihre Vollendung erreicht haben; bedeckt diese Theile mit einem die fernere Einwirkung der Säure abhaltenden Firnisse, (Deckfirniß, eine dicke Auflösung von Aetzgrund in Terpentinöl); setzt hierauf das Aetzen fort; und wiederholt, wenn noch mehr Abstufungen oder Töne der Aetzung verlangt werden, dieses Verfahren nach Erforderniß.

b) Aquatinta. Bei dieser Methode, Zeichnungen auf Kupfer hervorzubringen, wird zwar ebenfalls die ganze Platte mit Aetzgrund bedeckt, jedoch in solcher Weise, daß der Grund keinen zusammenhängenden Ueberzug bildet, sondern aus einer Menge kleiner getrennter Theilchen besteht, die zwischen sich eben so kleine leere Stellen lassen. Würde man eine so zubereitete Platte, die durch die Aetzgrundtheilchen wie gekörnt erscheint, ohne Weiteres dem Aetzen unterwerfen, so würde sie beim Abdrucke eine gleichmäßig schwarze, fast wie mit Tusche angelegte Fläche liefern. Indem man aber, den vorher mit der Radirnadel aufgetragenen Umrissen der Zeichnung folgend, viele Stellen der Platte theils gar nicht, theils mehr oder weniger stark ätzt, wird eine Darstellung hervorgebracht, welche einer getuschten Zeichnung sehr ähnlich sieht. Die Hervorbringung des Korns geschieht auf verschiedene Weise. Namentlich unterscheidet man das trockene oder geschmolzene Korn und das gegossene nach englischer Art. Zu dem erstern wird die Platte gleichmäßig und dünn mit einem zarten Harzpulver (Kopal oder ein Gemenge aus Kolophonium und Mastix) bestäubt, dann erwärmt, wodurch die Stäubchen schmelzen und sich in kleine, dem Kupfer abhärirende Körnchen zusammenziehen. Um das gegossene Korn zu erzeugen, gießt man über die schräg gehaltene Platte eine klare weingeistige Auflösung von Kolophonium oder Mastix, und läßt sie dann trocken werden. Wegen der geringen Menge, in welcher das Harz hiernach zurück bleibt, trennt sich dasselbe in solcher Art, daß es eine Menge höchst kleiner, durch feine Sprünge von einander geschiedener Theilchen bildet, zwischen

Digitized by Google

welchen das Kupfer unbedeckt ist, und also vom Aetzwasser angegriffen werden kann. Die Stellen der Platte, welche im Abdrucke weiß erscheinen sollen, werden nun mittelst des Pinsels mit Deckfirniß (S. 75) versehen, dann ätzt man auf die gewöhnliche Weise, aber sehr vorsichtig. Die Abstufungen oder Töne der Zeichnung erlangt man durch successives Decken und wiederholtes Aetzen, wie bei radirten Platten.

c) Erhabene Manier. Das Wesentliche derselben besteht darin, daß man auf der mit Bimsstein feingeschliffenen aber nicht polirten Kupferplatte die Zeichnung mit dem Pinsel oder mit einer stählernen Zeichenfeder ausführt, wozu man einen dicken, aus gewöhnlichem Aetzgrunde, etwas Wachs, etwas Terpentin, Kienruß und Terpentinöl zusammengesetzten Firniß anwendet. Nach dem Trocknen der Zeichnung wird die Platte mit dem Wachsrande umgeben und mit Scheidewasser stark geätzt. Die Zeichnungen, welche man auf solche Weise darstellen kann, ähneln den Holzschnitten, und werden wie diese in der Buchdruckerpresse abgedruckt.

2. Auf Stahl werden radirte Zeichnungen wesentlich in derselben Art wie auf Kupfer geätzt, nur gebraucht man hierbei ein anderes, viel schwächer angreifendes Aetzwasser, da der Stahl weit leichter als das Kupfer von Säuren aufgelöst wird. Vielerlei Aetzwasser sind zu diesem Zwecke angegeben worden. Nach Turrell, einem ausgezeichneten Londoner Künstler, mischt man (dem Maße nach) 4 Theile Holzessig mit 1 Theil Weingeist und 1 Theil doppeltem Scheidewasser (Salpetersäure von 1.28 spezif. Gew.). Aus eigener Erfahrung kann folgende Mischung empfohlen werden. Man löset ein Loth fein zerriebenen ätzenden Quecksilber-Sublimat in 28 Loth Wasser auf, und setzt 16 Gran Weinsteinsäure nebst 16 bis 20 Tropfen Salpetersäure zu. Dieses Aetzwasser wirkt sehr regelmäßig, gefahrlos und doch schnell, so daß binnen 15 Minuten ziemlich tiefe Linien vollendet sind. Es entwickelt keine Gasbläschen, setzt aber fein zertheiltes metallisches Quecksilber ab, welches man fortwährend mit einer weichen Schreibfederfahne zur Seite schieben muß.

Feine Stahlwaaren (Messer-, Scheren-, Säbel- und Degenklingen ꝛc.) werden oft mit glänzenden Verzierungen auf mattem und etwas vertieftem Grunde versehen, welche Art Arbeit man mit dem Namen Damaszirung zu bezeichnen pflegt. Die Hervorbringung derselben geschieht ebenfalls durch Aetzen. Man zeichnet nämlich mit einer Auflösung von Aetzgrund in Terpentinöl, und mit dem Haarpinsel, auf die polirte Stahlfläche; überzieht mit dem nämlichen Firnisse auch alle übrigen Stellen, welche blank bleiben sollen, und ätzt nachher durch Einlegen in verdünntes Scheidewasser, oder auf die Weise, daß der Gegenstand den aus einer Mengung von Kochsalz und Schwefelsäure sich entwickelnden salzsauren Dämpfen ausgesetzt wird. Der Aetzgrund wird zuletzt durch Terpentinöl weggeschafft.

3. Auf Messing und Silber kann wie auf Kupfer mit verdünntem Scheidewasser, auf Gold mit durch Wasser verdünntem Königswasser geätzt werden. Jedoch kommen solche Aetzungen, die nicht zum Abdrucke gebraucht, sondern nur etwa als Verzierungen angewendet werden (namentlich um dem Grabstichel vorzuarbeiten), ziemlich selten vor.

4. Auf Glas ist als Aetzmittel blos die Flußsäure anwendbar. Man überzieht die gläserne Platte ꝛc. mit Aetzgrund, radirt in diesen die erforderliche Zeichnung oder Schrift, und gießt dann entweder tropfbare Flußsäure darauf; oder trägt einen Brei von feingepulvertem Flußspath und konzentrirter Schwefelsäure auf; oder setzt die Platte in einem hölzernen, mit Blei gefütterten Kasten den Dämpfen der Flußsäure aus, welche von dem eben erwähnten Gemenge entwickelt werden. Die mit flüssiger Säure gemachten Aetzungen fallen glänzend, die durch Dampf bewirkten hingegen matt aus. Mattgeschliffene Fensterscheiben mit vertieften und weniger matt aussehenden Zeichnungen

Digitized by Google

kann man dadurch bereiten, daß man zuerst mit dem Breie von Schwefelsäure und Flußspath ätzt, dann mit einem flachen Stücke Sandstein die ganze Tafel matt schleift, wobei die vertiefte Zeichnung nicht angegriffen wird.

5. Auf kieselerdigen Steinen (Bergkrystall, Achat, Jaspis, Chalzedon ꝛc.) kann mit Flußsäure wie auf Glas geätzt werden.

6. Kalkige Steine, namentlich der lithographische Stein, der Marmor ꝛc., eignen sich sehr gut zum Aetzen, wozu man in diesem Falle das mit Wasser stark verdünnte reine Scheidewasser anwendet. Man kann nach Belieben tiefe oder hohe Zeichnungen ätzen, je nachdem entweder die ganze Steinfläche mit Aetzgrund überzogen und dann radirt, oder umgekehrt die Zeichnung mit flüssigem Aetzgrunde (Auflösung desselben in Terpentinöl) aufgemalt wird. Beliebige Verzierungen lassen sich auf diese beiden Arten hervorbringen. Mit einigen Modifikationen des Verfahrens wird das Aetzen auch zum Behufe des Abdrucks angewendet (s. Lithographie).

7. Perlenmutter läßt sich, da ihr Hauptbestandtheil kohlensaurer Kalk ist, gleich dem Kalksteine durch Scheidewasser ätzen; und dieses Verfahren eignet sich sehr wohl zur leichten und schnellen Darstellung vertiefter wie erhabener Verzierungen, indem die geätzten Stellen weder Glanz noch Farbenspiel einbüßen.

Aetzgrund. (Vernis, etching varnish.) Zur Bereitung desselben gibt Lawrence, ein englischer in Paris wohnhafter Künstler, folgende Vorschrift. Man nimmt Jungfernwachs und Asphalt, von jedem 4 Loth; schwarzes Pech und burgundisches Pech, von jedem 1 Loth. Das Wachs und das Pech werden in einem neuen glasirten irdenen Topfe geschmolzen, und dann setzt man das fein gepulverte Asphalt allmählig zu. Man läßt das Ganze so lange auf dem Feuer in gelindem Aufkochen, bis eine davon genommene Probe nach dem Erkalten bricht, wenn man sie zwei oder drei Mal zwischen den Fingern doppelt zusammen biegt; gießt es dann in warmes Wasser, und knetet es darin zu Kugeln, die man zum Gebrauche aufbewahrt. Beim Zusammenschmelzen muß beständig umgerührt und eine zu starke, die Harze verkohlende Hitze vermieden werden. Es ist zweckmäßig, den Aetzgrund im Sommer etwas härter zu bereiten, als im Winter, und zu diesem Ende entweder ihn länger kochen zu lassen, oder etwas mehr Asphalt zuzusetzen.

Um mit diesem Aetzgrunde eine Kupferplatte zu überziehen, spannt man die letztere an einer ihrer Ecken in einem Feilkloben fest ein, um sie bequem halten zu können; erwärmt sie über einem mäßigen Kohlenfeuer; überstreicht sie in geraden Zügen mit einer in Taffet eingeschlagenen Kugel von Aetzgrund (der dabei durch die Poren des Zeuges schwitzt und sich an das Kupfer hängt); und bewirkt dann die gleichmäßige Vertheilung des Ueberzuges durch Betupfen mit einem Bäuschchen Baumwolle, welches ebenfalls in Taffet eingeschlagen ist. Zuletzt beräuchert man die Platte, um den Aetzgrund undurchsichtig zu machen, und den beim Arbeiten störenden Glanz des durchschimmernden Kupfers zu verbergen, über der Flamme eines Wachsstocks oder eines Stückes Kienholz.

Der sogenannte florentinische Aetzgrund, welchen Callot gebrauchte, wird aus klarem Leinölfirnisse (Malerfirniß) bereitet, dem man, nachdem er in einem glasirten irdenen Topfe erhitzt ist, ein gleiches Gewicht gepulverten Mastix unter Umrühren zusetzt. Die gehörig zusammengeschmolzene Mischung wird durch feine Leinwand in eine Flasche filtrirt, worin man sie aufbewahrt. Um diesen Aetzgrund zu gebrauchen, wird er mit dem Pinsel auf die erwärmte Kupferplatte aufgetragen, mit dem baumwollenen Tupfer recht gleichmäßig vertheiltr, und dann getrocknet, indem man die Platte so lange über dem Feuer läßt, bis der Firniß zu rauchen aufhört.

Digitized by Google

Aetzsublimat (Sublimé corrosif, corrosive sublimate) Wird durch Sublimation einer Mischung von gleichen Theilen schwefelsaurem Queckſilberoxyd und Kochsalz in einem irdnen Kolben bereitet. Indem dieſe ſich gegenſeitig zerſetzen, entſteht ſchwefelſaures Natron, welches zurückbleibt und Queckſilberchlorid, welches verdampft, und ſich in der Wölbung des gläſernen Helmes, der auf den Hals des Kolbens gekittet worden, in Form einer weißen aus kleinen, nadelförmigen Kryſtallen beſtehenden Maſſe verdichtet.

Er hat einen ſcharf metalliſchen, höchſt unangenehmen Geſchmack, löſt ſich bei gewöhnlicher Temperatur in 20 Theilen Waſſer, dagegen in einem gleichen Gewichte kochenden Waſſers und in 2½ Theilen kalten Alkohols. Spezif. Gew. = 5,14. Der Aetzſublimat iſt eines der tödtlichſten ſcharfen Gifte, wird jedoch in ganz kleinen Gaben in der Medizin angewandt. Das beſte Gegengift iſt rohes, ungekochtes Eiweiß, in Menge verſchluckt.

Die wäſſrige Löſung deſſelben iſt ein ſehr gutes Mittel, um anatomiſche Präparate aufzubewahren. So z. B. wurde der Leichnam des Colonel Morland hiemit einbalſamirt, um von dem Kriegsſchauplatze nach Paris transportirt zu werden. Seine Züge erhielten ſich dadurch unverändert, nur daß die Haut braun wurde. Der ganze Körper war ſo hart, daß er wie ein Stück Holz tönte, wenn man mit einem Hammer daran ſchlug.

In dem trefflichen Werke über Trockenmoder von Knowles, Sekretär der Kommiſſion der Marine-Inſpektoren, welches im Jahre 1821 herausgekommen iſt, wird der Sublimat unter den Subſtanzen aufgezählt, die zur Verhinderung des Trockenmoders im Bauholze vorgeſchrieben ſind; auch iſt es bekannt, daß ſchon mehrere Jahre vorher daſſelbe von H. Davy der Admiralität und dem Marine-Bureau zu eben demſelben Zweck empfohlen wurde. Dieſe Methode, Bauholz zu konſerviren, iſt ſeitdem von einer Aktien-Geſellſchaft, unter dem Namen Kyans Patent, ſehr im Großen in Anwendung gebracht worden.

Aufzug. Aufzug iſt, in der Weberei, gleichbedeutend mit Kette. (S. Kette.)

Auripigment. (Rauſchgelb, Operment, orpiment, Orpiment.) Kommt in unbeſtimmt kryſtalliniſchen Theilen, zuweilen in ſchiefen rhombiſchen Prismen, mitunter auch in nierenförmigen und anders geformten Maſſen vor. Es hat zum Theil ein blättriges oder ſtrahliges Gefüge, zum Theil feinkörnigen, muſchligen Bruch, iſt halb durchſcheinend und von Demantglanz. Die Farbe iſt orange oder honiggelb, zuweilen grün. Spez. Gew. = 3,44 bis 3,6. Vor dem Löthrohr ſich verflüchtigend.

Es kommt im Flötzgebirge, im Mergel, Thon und Sandſtein in Geſellſchaft von Realgar, Bleiglanz, Schwefelkies und Zinkblende an vielen Orten vor. Das Schönſte kommt von Perſien in glänzend gelben Maſſen von blättrigem Gefüge.

Künſtlich wird es beſonders in Sachſen auf die Art gewonnen, daß man ein Gemiſch von Schwefel und weißem Arſenik in gußeiſernen Kolben, die mit koniſchen gußeiſernen Helmen verſehen ſind, ſublimirt. Das ſo gewonnene Auripigment erſcheint in gelben, durchſcheinenden kompakten Maſſen, von glasartigem Anſehen, und gibt ein hellgelbes Pulver.

Das ächte Auripigment wird oft mit einem ſehr ſchlecht bereiteten Kunſtprodukte verfälſcht, welches in England unter dem Namen Königsgelb verkauft wird, und gewöhnlich nichts weiter iſt als weißer Arſenik mit ein wenig Schwefel verbunden. Dieſes unächte Auripigment iſt aber im Waſſer löslich, mithin ein tödtliches Gift, und iſt ſchon mehrfach zu Vergiftungen gebraucht worden. Ure ſelbſt hatte vor mehreren

Digitized by Google

Jahren ein solches Königsgelb zu untersuchen, mit welchem eine Frau ihr Kind vergiftet hatte.

Ein wirkliches, unauflösliches Schwefelarsenik, welches in dieser Beziehung dem natürlichen und dem sächsischen Auripigment gleichkommt, erhält man auch auf nassem Wege, wenn man Schwefelwasserstoffgas durch arsenikhaltige Auflösungen leitet.

Das Auripigment besteht aus 39,1 Schwefel, und 60,9 metallischem Arsenik, und ist nicht merklich giftig.

Die allerschönsten Sorten von natürlichem Auripigment dienen als Malerfarbe, die geringern Sorten werden zur Indigküpe gebraucht. In alkalischen Laugen und Ammoniak lösen sie sich sämmtlich.

Ausbrüten. (Künstliches, incubation artificielle, artificial incubation.) Die Egyptier haben wohl zuerst, und schon seit undenklichen Zeiten, die Hühnereier durch künstliche Wärme, und ganz ohne Hennen in eigenen Wärmapparaten, die sie Mammals nennen, ausgebrütet. Die Einwohner des Dorfes Bermé geben sich hiemit vorzugsweise ab, und reisen in gewissen Jahreszeiten mit einem, durch eine Lampe zu erwärtenden tragbaren Ofen durch die entferntesten Gegenden von Egypten und brüten entweder Hühnchen zum Verkaufe, oder auch die ihnen von den Einwohnern übergebenen Eier gegen Bezahlung nach dem Dutzend aus.

Schon Reaumur machte vor etwa 100 Jahren in Frankreich interessante Beobachtungen hierüber bekannt, aber Bonnemain war der Erste, der mit großer Aufmerksamkeit und Umsicht alle bei der künstlichen Ausbrütung in Betracht kommenden Umstände studirte, und den Betrieb mit Erfolg im Großen ausführte.

Im Jahre 1777 theilte er der Akademie der Wissenschaften seine interessanten Beobachtungen über den Mechanismus mit, durch den die Hühnchen die Eierschalen durchbrechen, und kurz vor der französischen Revolution versorgte er den Markt von Paris mit vortrefflichem Federvieh in Jahreszeiten, wo sonst keine jungen Hühner zu haben waren. Aber seine Anstalt ging während der Revolution zu Grunde, und seitdem ist keine ähnliche wieder in dem Grade von Vollkommenheit, wie die Bonnemain'sche, in's Leben getreten. Da indessen über die Ausführbarkeit und Vortheilhaftigkeit eines solchen Betriebes kein Zweifel ist, so wird es nicht unangemessen sein, hier eine Beschreibung des Bonnemain'schen Verfahrens zu geben.

Ure hat Gelegenheit gehabt, vor längern Jahren die Bekanntschaft dieses liebenswürdigen alten Mannes in Paris zu machen, und hält seine Angaben für durchaus zuverlässig. Auch in England sind später solche Brütanstalten angelegt worden; in wie weit sie jedoch mit ökonomischem Vortheil betrieben werden mögen, läßt sich nicht ermitteln.

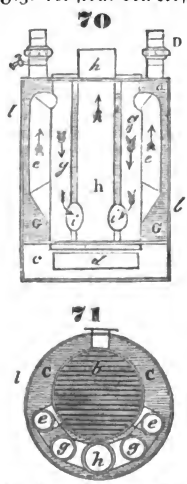
Der Bonnemain'sche Apparat bietet schon in so fern Interesse dar, als er sich auf das Heitzsystem mit erwärmtem Wasser gründet, bei welchem nämlich die Zirkulation des Wassers durch ein System von Röhren in Folge des Unterschiedes in dem spezifischen Gewichte des leichtern und kältern Wassers Statt findet; ein Gegenstand, der später durch die Untersuchungen des Grafen Rumford einer wissenschaftlichen Bearbeitung unterzogen wurde, und in neuester Zeit als eine ganz neue Erfindung in England eingeführt und zur Heitzung von vielen öffentlichen und Privathäusern benutzt worden ist.

Die folgende Beschreibung wird zur Genüge darthun, daß Bonnemain schon vor 60 Jahren die Theorie und Praxis der Warmwasserheitzung vollkommen so gut kannte, als viele unserer jetzigen Heitzkünstler. Seine Einrichtung war damals öffentlich in Paris zu sehen, und wurde später in dem Dictionnaire technologique unter dem Artikel „Incubation artificielle“ bekannt gemacht.

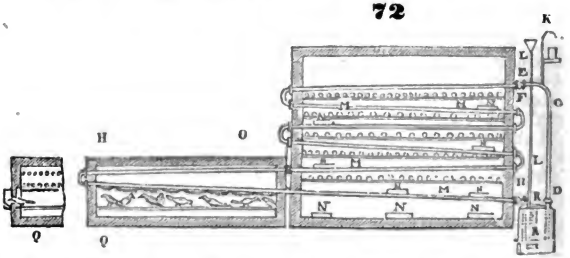
Digitized by Google

Dieser Apparat nun besteht 1. aus einem Kessel nebst Röhren, zum Erhitzen und zur Zirkulation des Wassers; 2. einem Regulator zur Erhaltung einer stets gleichen Temperatur, 3, einem Wärm- oder Brütkasten, der zum Brüten dient, und mittelst der durchgehenden Röhren in der zum Ausbrüten der Eier angemessenen Wärme erhalten wird; und endlich 4. einem Kasten zur Aufnahme der ausgebrüteten Hühnchen, den er die poussiniere nennt, in welchem sie während der ersten Tage warm gehalten werden.

Fig. 70. stellt den Kessel im vertikalen, Fig. 71. im horizontalen Durchschnitt dar. Er besteht aus einem doppelten kupfernen oder gußeisernen Zylinder l l, der bei b mit einem Rost versehen ist, und bei d seinen Aschenfall hat. Das Wasser befindet sich in dem schraffirten Raum c c (Fig. 71). h, g, g, e, e, sind fünf vertikale Züge für die heiße Feuerluft, die zuerst von dem Feuer in die beiden äußeren Züge e e gelangt, hier aufsteigt, dann durch die Züge g g wieder herabsteigt und endlich durch die Röhren i i in den mittleren Zug h tritt, und so entweicht. Während dieses Auf- und Absteigens durch die Röhren setzt die heiße Luft fast vollständig alle Wärme an das Wasser ab, womit die Röhren umgeben sind. Um beim Heitzen des noch kalten Apparates den Luftzug erst in Gang zu bringen, bringt man durch die Heitzthüre m etwas Papier oder Hobelspäne auf den Rost, die eine lebhafte Flamme geben und so den Zug einleiten.



Um die Wärme des Apparates reguliren zu können, ist der Aschenfall, aus welchem die Luft in das Feuer gelangt, überall geschlossen, und nur ein Scheibenventil gestattet der Luft den Zutritt. Auf die Achse dieses Ventils wirkt eine Metallstange, die durch den Brütkasten hindurch reicht, und durch ihre Verkürzung oder Verlängerung (je nachdem die Temperatur sinkt oder steigt), das Ventil öffnet, oder schließt und so den Luftzug zuläßt oder abschließt. (M. s. den Artikel Wärmeregulator). D ist die obere Oeffnung des Kessels, durch welche das heißere und also leichtere Wasser aufsteigt, und in die Röhrenleitung gelangt, während das Wasser, nachdem es den Weg durch den Apparat hindurch zurückgelegt hat, abgekühlt und also spezifisch schwerer bei R (Fig. 72) am unteren Boden des Kessels wieder eintritt.



Die ganze Heizeinrichtung ist übrigens nur für Holzkohlenfeuerung berechnet, und würde für anderes Brennmaterial, besonders für Stein-

Digitized by Google

kohlen, wesentlicher Aenderungen bedürfen, indem sich die engen Feuerzüge sehr bald mit Ruß verstopfen würden.

In Fig. 72 ist der Kessel bei R abgebildet. D ist ein Hahn, um nöthigenfalls die Schnelligkeit der Zirkulation des Wassers mäßigen zu können. G die Röhre, durch welche das heiße Wasser aufsteigt, und von welcher seitwärts zwischen E und F die Heitzröhre M M M ausgeht, die, wie aus der Figur zu ersehen ist, mehrmal vor- und rückwärts unter einer sehr schwachen Neigung gegen den Horizont durch den Brütkasten hindurch, und endlich auch durch die Poussinière O P Q geht. Bei H endlich biegt sie sich abwärts und geht bis fast auf den Boden des Kessels herab, wo denn das abgekühlte Wasser wieder in ihn eintritt. L R ist eine mit einem Trichter versehene Röhre, um den Apparat beständig mit Wasser gefüllt halten zu können, und K ist ein Rohr, aus welchem die Luft einen Ausweg findet, die sich aus dem Wasser bei seiner Erhitzung ausscheidet, und sich in dem oberen Theil der Heitzröhre ansammeln und so die Zirkulation des Wassers hemmen würde.

Je schneller das Wasser sich in den Röhrenwindungen abkühlt, um so schneller zirkulirt es, weil der Unterschied in dem spezifischen Gewichte zwischen dem Wasser im oberen und unteren Theile des Apparates, der die einzige Ursache der Bewegung ist, dann auch um so größer sein muß. N N sind flache Schälchen mit Wasser, wodurch die warme Luft den erforderlichen Feuchtigkeitsgrad erlangt und die Eier, die auf Brettern zwischen den Heitzröhren liegen, sich ganz in demselben Zustande befinden, wie unter dem Körper der Henne.

Will man mit diesem Apparate Eier ausbrüten, so macht man Feuer in dem Kessel an, heitzt den Kasten auf circa 43° C, und bringt nun die Eier hinein, jedoch nur den zwanzigsten Theil von der ganzen Zahl, die ausgebrütet werden soll. Den zweiten Tag legt man eine gleiche Menge Eier ein, und so fort, daß also in zwanzig Tagen die sämmtlichen Eier in den Kasten gebracht sind, worauf dann am 21. Tage die zuerst eingelegten Eier größtentheils auskommen, am 22. Tage die am zweiten Tage eingelegten, u. s. f. Auf diese Art läßt sich am besten eine gewisse Ordnung und Regelmäßigkeit in der Fütterung der Hühnchen beobachten.

Während der ersten Tage der Brütezeit, sowohl bei natürlicher, als künstlicher Bebrütung, verdunstet durch die Schale der Eier eine kleine Menge Wasser, während eine entsprechende Menge Luft eindringt, die nachher für die Respiration des Thierchens nothwendig zu sein scheint; ist aber die umgebende Luft sehr trocken, so kann eine so starke Verdunstung eintreten, daß das Leben des Thieres gefährdet wird. Die Ausdünstung des Körpers der Henne läßt nun die Luft um die Eier nie so trocken werden, daß sie allzusehr austrocknen könnten; dennoch aber kommen bei sehr trockener Witterung manche Eier eben wegen zu starker Austrocknung nicht aus, selbst wenn man das Stroh, worauf sie liegen, anfeuchtet. Die Schälchen mit Wasser sind daher bei der künstlichen Ausbrütung wesentlich nothwendig.

Sobald die Hühnchen ausgebrütet sind, bringt man sie in die Poussinière, O Q, an deren Vorderseite ein schmaler Trog mit Hirse angebracht ist. Damit jedoch die Küchelchen von verschiedenem Alter nicht untereinander kommen, und man die Brut eines jeden Tages angemessen füttern kann, ist es zweckmäßig, mehrere Abtheilungen in diesem Kasten anzubringen.

Wollte man auf natürlichem Wege täglich 100 Eier ausbrüten lassen, so müßten täglich 12 Hennen auf 150 Eier gesetzt werden, weil nur ungefähr ⅔ der untergelegten Eier auskommen; und da das Brüten 21 Tage dauert, so müßten 252 Hennen zugleich sitzen. Wollte man nun aber auch zehnmal so viele, also 2520 Hennen halten, so würde man

Digitized by Google

doch nicht mit Sicherheit auf eine tägliche Brut von 100 Stück rechnen können, weil selten unter einer Anzahl Hennen der zehnte Theil zum Brüten aufgelegt ist.

Künstliche Ausbrütung durch heiße Mineralwasser. Diese eigenthümliche Methode beschreibt D'Arcet in einem Briefe folgendermaßen: „Im Juni 1825 gelang es mir zu Vichy, Hühnchen und Täubchen durch die hier vorkommenden heißen Mineralwasser künstlich ausbrüten zu lassen. Im Jahre 1827 reisete ich nach den Bädern von Chaudes Aigues, hauptsächlich um auch hier Brütversuche anzustellen. Da ich fand, daß der Eigenthümer ein unternehmender Mann war, so gelang es mir, eine nützliche Anwendung von dieser Wärmequelle zu machen, und sie zur Erzielung von jungem Federvieh zu benutzen!"

„Der Vortheil, den diese Brutmethode gewährt, ergiebt sich daraus, daß die Kranken, die gewöhnlich im Monat Mai in Vichy ankommen, die Hühner erst in der Größe von Wachteln antreffen, während mittelst der künstlichen Brütung um dieselbe Zeit schon halbjährige Hühner disponibel sein können."

„Der Nutzen, den solche Brütanstalten an Orten, wo heiße Quellen sind, gewähren können, ist unberechenbar; sie können ohne allen Nachtheil mit den Badehäusern in Verbindung gesetzt werden, weil sie die Benutzung der Wasser von Seiten der Patienten nicht im Geringsten beeinträchtigen, insofern das Brüten im Winter Statt finden würde, wo die Bäder doch sonst nicht gebraucht werden."

In einem Briefe des Herrn Felgeris, Eigenthümers der Bäder von Chaudes-Aigues (Cantal), beschreibt dieser den guten Erfolg, den ihm das D'Arcet'sche Verfahren gewährt hat. Dieses besteht darin, die Eier in einen kleinen Korb zu legen, diesen in einem durch das heiße Mineralwasser gewärmten Badezimmer aufzuhängen, und die Eier alle Tage einmal umzuwenden. Gleich der erste Versuch fiel sehr gut aus, und auch bei vier Wiederholungen ergab sich stets dasselbe günstige Resultat.

Ausdehnung (der Körper durch Wärme). Alle Körper dehnen sich beim Erwärmen aus, so lange sie nicht etwa eine chemische Veränderung erleiden, wie dieß z. B. beim Brennen des Thons der Fall ist; die folgende Taf. I enthält die lineare Ausdehnung mehrerer fester Körper beim Erwärmen von 0° bis zu 100° C. Taf. II. Die Ausdehnung verschiedener Flüssigkeiten.

Tafel I. Lineare Ausdehnung fester Körper durch Erwärmung.

Substanzen.	Beobachter.	Länge, welche eine Stange bei 100° C annimmt, deren Länge bei 0° = 1 ist.	Ausdehnung in gewöhnlichen Brüchen.
Glasröhren	Smeaton	1,00083333	
dto.	Roy	1,00077615	
dto.	Deluc (Mittel)	1,00082800	$\frac{1}{1218}$
dto.	Dulong und Petit	1,00086130	$\frac{1}{1158}$
dto.	Lavoisier und Laplace	1,00081166	$\frac{1}{1232}$
Tafelglas	dto. dto.	1,00089089	$\frac{1}{1122}$
Kronglas	dto. dto.	1,00087572	$\frac{1}{1142}$
dto.	dto. dto.	1,00089760	$\frac{1}{1058}$
dto.	dto. dto.	1,00091751	
Glasstange	Roy	1,00080787	
Tannenholz	Roy	1,00077615	
Platina	Borda	1,00085655	
dto.	Dulong und Petit	1,00088420	$\frac{1}{1133}$

Digitized by Google

Substanzen.	Beobachter.	Länge, welche eine Stange bei 100° C annimmt, deren Länge bei 0° = 1 ist.	Ausdehnung in gewöhnlichen Brüchen.
Platina	Troughton	1,00099180	
dto. und Glas	Berthoud	1,00110000	
Palladium	Wollaston	1,00100000	
Antimon	Smeaton	1,00108300	
Gußeisernes Prisma	Roy	1,00110490	
Gußeisen	Lavoisier nach Dr. Young	1,00111111	
Stahl	Troughton	1,00118990	
Stahlstange	Roy	1,00114470	
Blasenstahl	Philos. Trans. 1795, 428	1,00112500	
dto.	Smeaton	1,00115000	
Stahl, glashart	Lavoisier und Laplace	1,00107875	$\frac{1}{927}$
dto. dto.	dto. dto.	1,00107956	$\frac{1}{926}$
Stahl, gelb angelassen	dto. dto.	1,00136000	
dto. dto.	dto. dto.	1,00138600	
dto. dto. bei stärkerer Hitze	dto. dto.	1,00123956	$\frac{1}{807}$
Stahl	Troughton	1,00118980	
Stahl, hart	Smeaton	1,00122500	
Stahl, ausgeglüht	Muschenbroek	1,00122000	
Stahl, angelassen	dto.	1,00137000	
Eisen	Borda	1,00115600	
dto.	Smeaton	1,00125800	
dto. weiches geschmiedetes	Lavoisier und Laplace	1,00122045	
dto. Draht	dto. dto	1,00123504	
dto. dto.	Troughton	1,00144010	
Eisen	Dulong und Petit	1,00118203	$\frac{1}{846}$
Wismuth	Smeaton	1,00139200	
Gold, ausgeglüht	Muschenbroek	1,00146000	
Gold	Ellicot	1,00150000	
dto. durch Scheidung erhalten	Lavoisier und Laplace	1,00146606	$\frac{1}{682}$
dto. Pariser Probe, ungeglüht	dto. dto.	1,00155155	$\frac{1}{645}$
dto. dto. geglüht	dto. dto.	1,00151361	$\frac{1}{661}$
Kupfer	Muschenbroek	1,00191000	
dto.	Lavoisier und Laplace	1,00172244	$\frac{1}{581}$
dto.	dto. dto.	1,00171222	$\frac{1}{584}$
dto.	Troughton	1,00191880	
dto.	Dulong und Petit	1,00171821	$\frac{1}{582}$
Messing	Borda	1,00178300	
dto.	Lavoisier und Laplace	1,00186671	
dto.	dto. dto.	1,00188971	
Messingene Skale, wahrscheinlich von Hamburg	Roy	1,00185540	
Messing, gegossen	Smeaton	1,00187500	
dto. englisches Tafel- in einer Stange	Roy	1,00189280	
dto. dto. dto. in Form eines Troges	dto.	1,00187490	
dto.	Troughton	1,00191880	
dto. Draht	Smeaton	1,00193000	
dto.	Muschenbroek	1,00216000	
Legirung von 8 Kupfer und 1 Zinn	Smeaton	1,00181700	
Silber	Herbert	1,00189000	
dto.	Ellicot	1,00210000	

Digitized by Google

Substanzen.	Beobachter.	Länge, welche eine Stange bei 100° C annimmt, deren Länge bei 0° = 1 ist.	Ausdehnung in gewöhnlichen Brüchen.
Silber	Muschenbroek	1,00212000	
dto. Kapellensilber	Lavoisier und Laplace	1,00190974	$\frac{1}{52}$
dto. Pariser Probesilber	dto. dto.	1,00190868	$\frac{1}{52}$
dto. dto.	Troughton	1,00208260	
Legirung von 16 Messing und 1 Zinn	Smeaton	1,00190800	
Spiegelmetall	dto.	1,00193300	
Hartloth, aus 2 Messing und 1 Zink	dto.	1,00205800	
Malacca-Zinn	Lavoisier und Laplace	1,00193765	$\frac{1}{52}$
Zinn von Falmouth	dto. dto.	1,00217298	$\frac{1}{462}$
Feines Pewter	Smeaton	1,00228300	
Körnerzinn	dto.	1,00248300	
Zinn	Muschenbroek	1,00284000	
Schnelloth (2 Blei 1 Zinn)	Smeaton	1,00250800	
Legirung von 8 Zink und 1 Zinn, ein wenig gehämmert	dto.	1,00269200	
Blei	Lavoisier und Laplace	1,00284836	$\frac{1}{351}$
dto.	Smeaton	1,00286700	
Zink	dto.	1,00294200	
dto. $\frac{1}{2}$ Zoll pr. Fuß ausgehämmert	dto.	1,00301100	
Glas beim Erwärmen von 0 bis 100°	Dulong und Petit	1,00086130	$\frac{1}{1161}$
dto. dto. 100 bis 200°	dto. dto.	1,00091827	$\frac{1}{1055}$
dto. dto. 200 bis 300°	dto. dto.	1,00101114	$\frac{1}{987}$

Tafel II. Ausdehnung verschiedener Flüssigkeiten beim Erwärmen von 0° bis auf 100° C.

Substanzen.	Beobachter.	Ausdehnung in Dezimalbrüchen.	Ausdehnung in gewöhnlichen Brüchen.
Quecksilber	Dulongu. Petit	0,01801800	$\frac{1}{55,5}$
dto. in Glas	do. do.	0,01543200	$\frac{1}{65}$
Wasser (vom Punkte seiner größten Dichtigkeit bis 100° erwärmt)	Kirwan	0,04332	$\frac{1}{23}$
dto. dto.	Hallström	0,042133	$\frac{1}{24}$
Salzsäure von 1,137 spez. Gew.	Dalton	0,0600	$\frac{1}{17}$
Salpetersäure von 1,4 spez. Gew.	do.	0,11	$\frac{1}{9}$
Schwefelsäure von 1,85 spez. Gew.	do.	0,0600	$\frac{1}{17}$
Alkohol (beim Erhitzen bis zu seinem Siedepunkt ?)	do	0,1100	$\frac{1}{9}$
Wasser	do.	0,0460	$\frac{1}{22}$
Wasser mit Kochsalz gesättigt	do.	0,0500	$\frac{1}{20}$
Schwefeläther (beim Erhitzen bis zu seinem Siedepunkt ?)	do.	0,0700	$\frac{1}{14}$
Fette Oele	do.	0,0800	$\frac{1}{12,5}$
Terpentinöl	do.	0,0700	$\frac{1}{14}$

Wenn die Dichtigkeit des Wassers bei 4° C. = 1,00000 ist,
so wird sie bei 100° C. = ... 0,9597,
während das Volumen von 1 anwächst auf . 1,042016,

Digitized by Google

bei 25° C ist die Dichtigkeit . . . . . = 0,9970
und das Volumen ist von 1 angewachsen auf . = 1,0029.

Während also in dem letzteren Falle die Zunahme der Temperatur beinahe $^1/_4$ von der in dem ersteren Falle ist, so beträgt doch die Ausdehnung des Wassers im letzteren Falle nur ungefähr $^1/_{14}$ von der im ersteren.

Bei 15° C ist die Dichtigkeit des Wassers . . . . . = 0,99928,
und die Volumvermehrung beträgt 1,00072,
hier ist also die Raumvergrößerung nur $^1/_{14}$ von der, die beim Erwärmen auf 100° Statt finden würde, während die Temperaturzunahme ungefähr $^1/_7$ beträgt.

Man sieht also, daß sich Wasser bei höheren Temperaturen stärker ausdehnt, als bei niederen.

Bei der Ausdehnung der Gasarten durch die Wärme tritt der merkwürdige Fall ein, daß sich alle Gase gleich stark ausdehnen, und zwar beim Erwärmen von 0° bis auf 100° um 0,375 oder $^3/_8$, so daß das Volumen von 1 sich auf 1,375 vermehrt. Für jeden einzelnen Grad C beträgt also die Ausdehnung 0,00375 des Volumens bei 0°. Dieser Ausdehnungs-Koeffizient ist von Gay-Lussac bestimmt, und war bisher allgemein angenommen; genauer scheint er von Rudberg neuerlich etwas kleiner (0,365 statt 0,375) gefunden worden zu sein.

Wenn trockene Luft sich mit Wasserdampf sättigt, so nimmt ihr Volumen zu, das spez. Gewicht dagegen ab, weil Wasserdampf bei gleicher Temperatur spezifisch leichter ist als Luft.

Die folgende Tabelle gibt für verschiedene Temperaturen die Brüche, mit welchen man das Volumen einer mit Dampf gesättigten Luftmasse multipliziren muß, um das Volumen zu finden, welches sie im trocknen Zustande haben würde.

Temperatur.	Multiplikator	Temperatur.	Multiplikator.
53° F = 11°,5 C	0,9870	64° F = 17°,8 C	0,9799
54 = 12, 2	0,9846	65 = 18, 3	0,9793
55 = 12, 8	0,9858	66 = 18, 9	0,9786
56 = 13, 3	0,9852	67 = 19, 5	0,9779
57 = 13, 9	0,9846	68 = 20, 0	0,9772
58 = 14, 5	0,9839	69 = 20, 5	0,9765
59 = 15, 0	0,9833	70 = 21, 1	0,9758
60 = 15, 5	0,9827	71 = 21, 7	0,9751
61 = 16, 1	0,9820	72 = 22, 2	0,9743
62 = 16, 7	0,9813	73 = 22, 7	0,9735
63 = 17, 2	0,9806		

Ausglühen (recuire, annealing), heißt diejenige Operation, durch welche man den Metallen, die bei der Bearbeitung unter dem Hammer, zwischen Walzen oder beim Drahtziehen hart und spröde geworden sind, ihre natürliche Weichheit und Dehnbarkeit wieder gibt, damit die Bearbeitung fortgesetzt werden kann. Das Verfahren besteht darin, daß man auf einem Glühherde oder in einem Glühofen das Metall zum schwachen Rothglühen erhitzt und dann wieder langsam abkühlen läßt (Eisen, Stahl) oder im Wasser ablöscht (Kupfer, Messing). In der Blech- und Drahtfabrikation ꝛc. ist das Ausglühen eine oft vorkommende und wichtige Operation.

Auslaugen. (Lessivage, lixivation.) Hierunter versteht man das Ausziehen oder Auflösen löslicher alkalischer oder salziger Substanzen, die in erdigen und anderen Gemischen vorkommen; so z. B. das Ausziehen der Pottasche aus der Holzasche und des ätzenden Kali aus einer Mischung von Pottasche und Kalk, das Ausziehen des verwitterten Alaunschiefers mit Wasser, zur Alaunfabrikation ꝛc.

Digitized by Google

Automat. (Automate, automaton.) In dem etymologischen Sinne bedeutet dieses Wort („selbstthätig") jede mechanische Konstruktion, welche, vermöge einer in ihrem Innern verborgenen Kraft und ohne äußerlichen Antrieb, während einer gewissen Zeit Bewegungen hervorbringt, die mehr oder weniger den Resultaten menschlicher oder thierischer Körperthätigkeit ähnlich sind. In dieser Hinsicht sind alle Arten von Uhren, Planetarien, Bratenwendern, und eine große Menge von industriellen Maschinen, die z. B. in der Baumwoll-, Woll- und Flachs-Spinnerei ꝛc. Anwendung finden, Automate. Der gewöhnliche Sprachgebrauch versteht jedoch unter Automaten diejenigen mechanischen Kunstwerke, in welchen die zweckmäßig angebrachte innerliche Kraft die freiwillige Bewegungen lebender Wesen nachahmt. Menschliche Figuren dieser Art pflegt man öfters insbesondere Androiden zu nennen.

Die Automaten haben in früheren Perioden oft das Erstaunen und die Bewunderung ganzer Zeitalter im höchsten Grade erweckt; bei dem jetzigen vervollkommneten Zustande der konstruirenden Mechanik sind aber dergleichen Werke fast zu dem niedrigen Range eines Spielzeuges herabgesunken, indem ihre Herstellung im Allgemeinen gar keine großen Schwierigkeiten mehr darbietet, und in dem Fache des technischen Maschinenbaues, welches dem Scharfsinne weit nützlichere und würdigere Aufgaben stellt, eine Menge viel kunstvollerer und bewundernswertherer Leistungen zu Stande kommen.

Automatisch; dieser Ausdruck kann zur Bezeichnung solcher technischen Betriebe dienen, die durch eine selbstthätige Maschinerie ausgeführt werden. Das Wort „Manufaktur" bedeutet ursprünglich einen Industriezweig, der durch Handarbeit betrieben wird; allein der Sprachgebrauch versteht jetzt jedes in einer gewissen Ausdehnung betriebene Etablissement, worin Kunstprodukte, sei es durch Handarbeit, sei es durch Maschinen, erzeugt werden, darunter; ja, gerade in möglichst ausgedehnter Benutzung von Maschinen suchen unsere jetzigen Manufakturen ihr Heil, so daß nach dem jetzigen Begriff des Wortes, die vollkommenste Manufaktur diejenige sein würde, in welcher überall gar keine Menschenhände nöthig wären.

Ganz besonders in den jetzigen Maschinerien zur Verarbeitung von Baumwolle und Flachs kommen solche automatische Operationen sehr ausgezeichnet vor, denn hier werden durch Elementarkraft Millionen zusammengesetzter Organe belebt, und hölzerne, eiserne und messingene Theile gleichsam in denkende Arbeiter umgewandelt. Und, so wie die Philosophie der schönen Künste, der Dichtkunst, Malerei und Musik, am besten in ihren Meisterwerken studirt wird, so die Philosophie der Manufakturen in diesen, ihren größten Schöpfungen.

Das beständige Ziel, und die Wirkung solcher automatischen Verbesserungen in der Industrie ist wahrhaft philanthropisch, denn sie bezwecken, den Arbeitern sowohl die ganz feinen, genauen Arbeiten, die ihren Geist erschöpfen und ihre Augen ermüden, als auch die unerträgliche beständige Wiederholung derselben Verrichtungen, die seine Geisteskräfte verwirren und abstumpfen, zu ersparen.

Eine gut eingerichtete Baumwollenspinnerei erfordert die Beihülfe einer Menge von Arbeitern, sowohl älteren wie jüngeren, die mit Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit ein System von arbeitenden Maschinen, die durch eine Zentralkraft in Bewegung gehalten werden, beaufsichtigen. Wie außerordentlich wichtig der menschliche Kunstfleiß für die Größe einer Nation und die Bequemlichkeit des menschlichen Geschlechtes werden kann, wenn er sich nicht allein auf Muskelkraft beschränkt, die ihrer Natur nach unsicher und eigensinnig ist, sondern vielmehr darauf legt, die Arbeit mechanischer Finger und Arme zu beaufsichtigen, die mit gleicher Genauigkeit und Geschwindigkeit, durch ein nie ermüdendes physikalisches Agens getrieben, in unausgesetzter und gleichförmiger Aktivität gehalten werden, muß einem Jeden einleuchten,

Digitized by Google

der Gelegenheit hat, die Baumwollen-, Flachs-, Seiden- und Wollenmanufakturen und die Maschinenfabriken Englands zu besichtigen.

Diese große Epoche in der Geschichte nützlicher Künste, wem verdankt man sie anders, als vorzüglich dem Erfindungsgeiste Arkwrights!

Vor der Einführung seiner Maschinen fanden die Manufakturen überall eine langsame und schwankende Entwicklung; eine Zeit lang schossen sie üppig auf, dann wiederum trockneten sie wie einjährige Pflanzen, bis auf die Wurzeln zusammen. Ihr perennirender Wachsthum fing also mit Arkwright an, und zog in zahlreichen Strömen Kapitalien herbei, die reichen Domänen der Industrie zu wässern.

Als diese neue Epoche im Jahre 1770 begann, betrug die jährliche Konsumption von Baumwolle in den englischen Manufakturen unter 4 Millionen Pfund, und in der ganzen Christenheit wahrscheinlich nicht über 10 Millionen.

Im Jahre 1838 dagegen betrug der Verbrauch an Baumwolle in Großbritannien 270 Millionen Pfund, und der von Europa und den vereinten Staaten zusammen 480 Millionen Pfund.

In den geräumigen Sälen der englischen Manufakturen versammelt die wohlthätige Dampfkraft Myriaden folgsamer Diener um sich, und theilt einem jeden seine genau bestimmte Arbeit zu, seine schwache unsichere Muskelkraft durch die Kraft ihres eigenen Riesenarmes ersetzend, und dagegen von seiner Seite nur verlangend, daß er mit Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit die kleinen zufälligen Fehler verbessere, die sie hier und da bei ihrer Arbeit macht. Im Vertrauen auf Arkwrights Erfindungen, und seinen wohl berechneten Plänen huldigend, sind in dem kurzen Zeitraume von fünfzig Jahren Prachtgebäude entstanden, die in Zahl, Werth, Nützlichkeit und kunstvoller Ausführung die stolzen Monumente asiatischer, egyptischer und römischer Tyrannei weit übertreffen; zu zeigen, in welcher Ausdehnung Kapitalien, Gewerbfleiß und Wissenschaften die Hülfsquellen eines Staates mehren können, während sie zugleich den Glückszustand der Völker erhöhen.

Dieß sind die Früchte des in mechanischen Meisterwerken so reichen automatischen Systems, das wahrscheinlich noch einst, bei fernerem Wachsthum der große Hebel der Zivilisation des Erdballs werden, und England, dem Herzen desselben, gestatten wird, neben dem Handel das Herzblut der Wissenschaft und Religion über Myriaden von Völkern auszuschütten, die noch „in dem dunkeln Lande des Todes" darniederliegen.

Von diesen Wahrheiten gibt das vorliegende Werk fast auf jeder Seite die entschiedensten Beweise *).

Avignonbeeren. (S. Gelbbeeren.)

Axt. (Axe.) Ein Hauptinstrument der Zimmerleute zum Spalten und zur rohen Bearbeitung des Holzes. Es ist dieß ein flach keilförmiger eiserner Körper mit einer verstählten Schneide, mit welcher parallel durch das hintere Ende des Körpers ein Loch hindurch geht, in welches ein starker hölzerner Stiel eingesteckt wird. Das Beil ist ein ähnliches, aber kleineres, mit kürzerem Stiele versehenes Werkzeug; der Terel des Böttchers ebenfalls; letzterer jedoch von der eigentlichen Art dadurch unterschieden, daß die Schneide rechtwinklig gegen die Richtung des Stieles ist, und daß die Fläche des Körpers eine schwach zylindrische Krümmung besitzt.

B.

Bablah. (Bablah, Galles d'Inde.) Eine als Ersatzmittel der Galläpfel im Handel vorkommende Schotenfrucht. Es gibt zwei Sorten

*) Wir haben, der Charakteristik wegen, diese Deklamationen unsers englischen Autors in unveränderter Form wiedergegeben. Die Bearb.

Digitized by Google

derselben: die eine, von Acacia cinerea, kommt aus Ostindien, und besteht in breitgedrückten, runden, oder unregelmäßig ovalen, etwa $\frac{3}{4}$ Zoll großen Schoten, die äußerlich mit einem grauen Pulver bestäubt sind. Die in der ziemlich harten Schale liegenden Samenkerne haben Aehnlichkeit mit denen des Johannisbrods, nur daß sie dicker und dunkler sind, und an beiden flachen Seiten eine gelbe Einfassung haben. Die Schale zeigt beim Zerkäuen einen zusammenziehenden Geschmack.

Die zweite Sorte, auch Nieb-Neb genannt, kommt von der besonders am Senegal und auf der in der Mündung desselben liegenden Insel St. Louis wachsenden Acacia vera. Diese Sorte ist von hellerer, mehr gelblicher Farbe, und ohne staubartigen Anflug.

Nach neueren Analysen enthält die Bablah Gerbsäure und Galläpfelsäure, von der ersteren jedoch verhältnißmäßig weniger als die Galläpfel.

Sie wird besonders in der Baumwollfärberei und Kattundruckerei gebraucht, theils allein für sich zur Erzeugung einer Rankinfarbe, theils mit Eisenbeize zu verschiedenen braunen Farbetönen und zu Schwarz.

Bäder. (Baths, bains.) Der Gebrauch warmer Bäder hat in der neuern Zeit stark zugenommen, und Badeanstalten sind gegenwärtig in Häusern von irgend erheblicher Größe, in Klub-, Gast- und Krankenhäusern sehr allgemein anzutreffen. Die Einrichtungen selbst aber, insbesondere die zur Herbeischaffung des nöthigen warmen und kalten Wassers dienenden Apparate, scheinen im Allgemeinen nicht in demselben Grade vervollkommnet zu sein.

Die Hauptpunkte, auf welche es bei warmen Bädern ankommt, sind die folgenden:

1) das Material, aus welchem sie konstruirt sind,
2) die Lage der Bäder,
3) die Herbeischaffung des kalten Wassers,
4) die des heißen Wassers.

1) Das Material. Das schönste unter allen besteht wohl in polirten Marmorplatten, die mit gutem, wasserdichten Zement in einen hölzernen Kasten eingesetzt, und genau mit ihren Rändern an einander gepaßt werden. Ein solches Bad, gut ausgeführt, ist eben so dauerhaft als angenehm und geschmackvoll; nur sind die Kosten sehr bedeutend, und in höheren Stockwerken eines Hauses kann auch das Gewicht einer solchen Badewanne bedenklich erscheinen. Weißer und gelber Marmor hat außerdem das Ueble, daß er durch häufigen Gebrauch sich dunkler färbt und nicht wohl in seiner ursprünglichen Farbe wieder hergestellt werden kann; daher man auch wohl weißglasirte Fliesen anwendet, die jedoch nicht immer völlig wasserdicht bleiben, so daß dem Marmor doch der Vorzug gebührt.

Wo Marmor nicht genommen werden kann, ist Kupfer oder Weißblech das gebräuchlichste Material. Kupfer ist zwar kostbarer aber weit dauerhafter als Weißblech, welches letztere außerdem, zumal wenn die Löthungen nicht sehr sorgfältig ausgeführt sind, leicht dem Lecken unterliegt. Kupfer sowohl wie Weißblech müssen äußerlich und innerlich mit Oelfarbe angestrichen werden, wodurch man solchen Badewannen ein recht hübsches Ansehen geben kann.

Auch hölzerne Wannen, theils viereckig, theils oval, werden angewandt und sind wohlfeil und bequem, aber weder hübsch, noch besonders reinlich. Holz nimmt leicht einen moderigen Geruch an, trocknet gern ein, und ist daher so schwer wasserdicht zu halten, daß man solche Wannen nur im Nothfall brauchen sollte.

2) Die Lage des Bades, also den Platz im Hause anlangend, wo man das Badezimmer anlegt, so hängt diese in der Regel ganz von Oertlichkeiten ab, besonders in Gasthäusern, wo oft mehrere Badezimmer nöthig sind, und wo nur dafür gesorgt werden muß, daß sich neben

Digitized by Google

einem jeden ein warmes Ankleidezimmer befindet. Ob man sie in einem oberen oder unteren Stockwerke anlegt, richtet sich nach der Bequemlichkeit; nur im Souterrain sollte man sie nie anbringen, was nichts desto weniger ziemlich häufig der Fall ist. Die Luft ist hier gewöhnlich feucht und kalt, wodurch der Gebrauch eines solchen Bades unangenehm und selbst ungesund werden kann.

In Krankenhäusern sollten wenigstens zwei oder drei Bäder an jeder Seite des Hauses, die Hälfte für die männlichen, die Hälfte für die weiblichen Kranken sein, und heißes Wasser, zum augenblicklichen Gebrauch, beständig in Vorrath gehalten werden. Die Badezimmer müssen hell und verhältnißmäßig groß und luftig und mit allen Hülfsmitteln versehen sein, um das Ein- und Ausbringen der Kranken aus dem Bade zu erleichtern. Die Badewannen selbst müssen eine beträchtliche Größe haben.

In Privathäusern eignen sich zu warmen Bädern am besten die Ankleidezimmer neben den Haupt-Schlafzimmern; oder wo dieß nicht einzurichten ist, muß das Badezimmer nebst dem dazu gehörigen Ankleidezimmer sich mindestens mit dem Schlafzimmer in einem Stockwerk befinden. Bei allen neuen Häusern sollte billigerweise hierauf Rücksicht genommen und dafür gesorgt werden, daß sich das Badezimmer gut erwärmen und lüften läßt. Ein solches Zimmer so viel wie möglich warm und luftig zu halten, ist schon aus dem Grunde wichtig, damit nicht die Wände und Möbeln zu feucht werden.

Man legte früher die Badezimmer nicht gern in oberen Stockwerken an, der Schwierigkeit wegen, das Wasser hinauf zu schaffen; seitdem man jedoch auch aus anderen Gründen angefangen hat, in vielen Häusern Wasserbehälter auf dem Boden anzubringen, fällt diese Schwierigkeit weg, nur dürfen die Behälter nicht dem Frost ausgesetzt sein, eine eben so wichtige, wie leicht zu erfüllende Bedingung, auf die freilich von Seiten der Baumeister, welche solche Bedingungen als unwichtige Nebensachen zu behandeln pflegen, nicht immer geachtet wird.

3) Die Beschaffung des nöthigen kalten Wassers ist natürlich für Bäder ein höchst wichtiger Umstand. Daß nur ein weiches, klares, sowohl von chemisch aufgelösten als auch mechanisch aufgeschwemmten Substanzen möglichst freies Wasser sich zu Bädern eignet, ist bekannt. Gewöhnliches Brunnenwasser ist in der Regel zu hart; wo man dagegen einen artesischen Brunnen zur Disposition hat, oder auch die Kosten daran wenden darf, einen solchen zum Behuf der Bäder zu bohren, wie dieß in London mehrfach der Fall ist, findet die Anlage einer Badeanstalt eine wesentliche Erleichterung. Die Londoner artesischen Brunnen wenigstens liefern ein grade zu Bädern ungemein geeignetes, weiches, klares Wasser. Die einzige Mühe ist wohl die, das Wasser in das Reservoir auf dem Hause zu pumpen. In größeren Anstalten legt man dazu am bequemsten einen Pferdegöpel an; in Wohnhäusern, in denen der Wasserbedarf geringer ist, kann man für eine Kleinigkeit einen Arbeiter bestellen, der täglich das benöthigte Wasser aufpumpt. Zwar liefern auch die Londoner Wasser-Kompagnien auf Begehr Badewasser: dieß ist jedoch sehr theuer und dabei so schmutzig, daß es eher wie Erbsenbrühe aussieht, denn wie reines Wasser, und dabei die Röhren und Reservoirs mit Schlamm überzieht, und, selbst wenn es sich durch Ruhe etwas geklärt hat, doch immer ein unerquickliches Bad abgibt. Besonders in den Warmwasserröhren setzt dieses Wasser eine Menge Schmutz ab, ja sogar in den Badewannen erzeugt sich leicht ein schlüpfriger Bodensatz in solchem Grade, daß das Bad oft ganz unbrauchbar wird, wenigstens doch den Charakter einer Annehmlichkeit gänzlich einbüßt.

4) Herstellung des heißen Wassers. In öffentlichen Badehäusern, wo fortwährend Bäder in Menge gemacht werden müssen, hat man einen großen Kessel, der etwas höher angebracht ist, als die Bäder, und aus welchem das Wasser durch Röhren abgelassen wird. Dieser Kessel muß

Digitized by Google

möglichst groß sein und aus Kupfer oder Eisenblech bestehen. Nur für Seewasser ist Eisen nicht zu empfehlen.

Die Röhren zum Zuleiten des heißen und kalten Wassers müssen nicht zu eng sein, damit die Füllung der Bäder nicht zu lange aufhält. Ein innerer Durchmesser der Röhren von 1½ Zoll ist im Allgemeinen hinreichend.

Daß das Mengenverhältniß von heißem und kaltem Wasser nach dem Thermometer regulirt wird, bedarf nicht der Erwähnung; es ist hiebei bequem, wenn eine ziemlich weite Röhre in der Höhe des gewöhnlichen Wasserspiegels aus der Wanne ausläuft, durch welche, wenn bei der Mischung von kaltem und heißem Wasser die Wanne zu voll werden sollte, das überflüssige Wasser abläuft.

Die zweckmäßige Anbringung eines hinreichend großen Wasserkessels ist in Privathäusern oft mit Schwierigkeiten verknüpft. Ist eine Waschküche oder ein ähnliches, zur Anbringung des Kessels nebst Zubehör dienliches Lokal in einem oberen Stockwerk vorhanden, so steht der Anlage des Badezimmers in der Nähe des Hauptschlafzimmers kein Hinderniß im Wege.

Man hat wohl versucht, den Badekessel hinter dem Kamin des Ankleidezimmers oder wohl gar in dem Zimmer selbst anzubringen, aber dieß ist aus mehreren Gründen, zum Theil schon, weil die Feuerungen solcher großen Kessel oft rauchen, und das Zimmer beschmutzen, durchaus nicht zu empfehlen.

Ein neuerer Vorschlag zum Wärmen des Wassers ist folgender: Das Wasser fließt durch eine bleierne Rohre von dem Reservoir bis in die Küche herab; hier tritt die Röhre in einen Kessel, macht eine Menge Windungen in demselben, und steigt von hier wieder nach dem Badezimmer auf. Indem nun der Kessel mit kochendem Wasser gefüllt ist, und das Badewasser durch die Röhrenwindungen hindurch strömt, wird es erwärmt, und steigt nun durch hydrostatischen Druck in der aufwärts gehenden Röhre empor, und gelangt so in die Badewanne. Die in dem Kessel befindlichen Röhrenwindungen dürfen jedoch nicht aus Blei bestehen, sondern müssen aus dünnem Kupferblech angefertigt sein, weil Blei an und für sich ein schlechterer Wärmeleiter ist, und auch nicht so dünn gearbeitet werden kann, als Kupfer, mithin bleierne Röhren die Wärme von dem umgebenden Wasser zu langsam auf das durchfließende übertragen würden. Diese Idee ist sehr sinnreich und gestattet die Anlage des Bades in einer oberen Etage, während der Kessel unten in der Küche ist. Es gehört aber ein sehr großer Kessel dazu, so daß, wenn ein solcher nicht etwa zu anderen Zwecken ohnehin geheizt werden muß, dieſe Methode wenig ökonomisch ist. Dazu kommt noch, daß sich die Windungen der Röhre äußerlich bald mit Pfannenstein bekleiden, der dann als schlechter Wärmeleiter die Wirkung der Röhren wesentlich beeinträchtigt, sich aber doch so fest an das Kupfer ansetzt, daß man ihn nicht ohne Gefahr für die Röhren herunterbringen kann.

Gleichwohl ist diese Einrichtung in mehreren Häusern Londons zur Zufriedenheit der Eigenthümer ausgeführt.

Eine andere, noch einfachere und zugleich ökonomische Methode, die ebenfalls die Anlage des Badezimmers an jedem beliebigen Orte des Hauses, und die des Kessels unten in der Küche, dem Waschhause oder sonst einem nicht feuergefährlichen und bequemen Lokale gestattet, ist diese: Der Kessel, von der Größe, daß er etwa 60 Pfund Wasser faßt, ist überall völlig wasserdicht verschlossen, und steht durch zwei nicht zu enge Röhren mit der Badewanne in Verbindung. Die eine dieser Röhren geht von dem oberen Ende des Kessels aus und tritt in der Höhe des Wasserspiegels in die Badewanne. Die zweite dagegen läuft von dem untern Ende des Kessels aus und mündet nahe über dem Boden der Badewanne in diese ein. Man läßt nun kaltes Wasser in die Badewanne fließen, wodurch sich denn natürlich auch der Kessel mit Wasser füllt, und macht nun Feuer unter dem Kessel an. So wie sich das Wasser in ihm erwärmt, sich ausdehnt, und spezifisch leichter wird, steigt es eben

Digitized by Google

dieser Leichtigkeit wegen in der oberen Röhre auf und gelangt so oben in die Badewanne, aus welcher dagegen durch die andere Röhre kaltes Wasser herabfließt, sich hier erwärmt und nachher durch die erste Röhre wieder aufsteigt. Es entsteht so eine Zirkulation, in deren Folge sich das Wasser in kurzer Zeit erwärmt.

Das dieser Einrichtung zum Grunde liegende Prinzip ist genau dasselbe, auf welches sich die Zimmerheizung mittelst heißen Wassers gründet.

Allzulange Röhrenleitungen hindern zwar die Zirkulation des Wassers und müssen daher wo möglich vermieden werden, doch können sie immerhin ohne bedeutenden Nachtheil eine Länge von 40 bis 50 Fuß haben, was auch in den meisten Fällen hinreichen wird. In Zeit von einer halben Stunde läßt sich bei dieser Einrichtung ein Bad auf 36° C. erwärmen.

Der Verbrauch an Brennmaterial ist bei dieser Methode sehr unbedeutend.

Die Hauptvorwürfe, die man ihr gemacht hat, sind folgende: Wenn das Bad die nöthige Wärme erlangt hat, und man das Feuer unter dem Kessel auslöscht, so dauert die Cirkulation immer noch eine Zeit lang fort, wodurch das Bad eine übermäßige Wärme annehmen kann. Um dieser Unbequemlichkeit abzuhelfen, schlägt Ure das Auskunftsmittel vor, das Bad eine Stunde vor dem Gebrauche auf 36° C zu wärmen, es nun bedeckt bis zum Gebrauche stehen zu lassen, und endlich durch kaltes Wasser zu der gewünschten Temperatur herabzubringen. Vielleicht wäre es noch einfacher, sobald das Bad die nöthige Wärme erreicht hatte, und das Feuer unter dem Kessel ausgelöscht wäre, die fernere Zirkulation des Wassers dadurch zu hemmen, daß man die Oeffnung einer der beiden Röhren durch einen Schieber, oder auch nur durch ein hineingestopftes Tuch verschlösse. (Ein Hahn ist der Weite dieser Röhren wegen nicht wohl zulässig.)

Ein zweiter Uebelstand, der bei dieser Einrichtung vorkommen kann, besteht darin, daß, wenn das Feuer unter dem Kessel zu lebhaft brennt, und ihn zu schnell erhitzt, das Wasser wohl zum Sieden kommen, und Dampf in solcher Menge entwickeln kann, daß das in der oberen Röhre enthaltene Wasser ganz herausgetrieben wird, wo denn der Dampf in das Wasser des Bades einströmt, und hier bei seiner stoßweißen Verdichtung durch das kalte Wasser einen so entsetzlichen Lärm verursacht, daß das ganze Haus in Aufruhr kommt. Außerdem können diese gewaltsamen, explosionsartigen Erschütterungen den Röhrenleitungen sehr nachtheilig werden, und Undichtigkeiten veranlassen, deren Reparatur gewöhnlich nicht ohne Schwierigkeiten zu beschaffen ist. Durch einige Aufmerksamkeit beim Heizen des Kessels, und Vermeidung zu starker Hitze ist diesem Ereignisse leicht vorzubeugen.

Es ist übrigens nicht allein bei dieser, sondern bei allen Badeeinrichtungen zu empfehlen, die Wasserleitungsröhren an solchen Stellen des Hauses anzubringen, die durch zufällig entstehende Lecke keinen Schaden nehmen; auch ist es gut, wenn die Badewanne in einem ganz flachen bleiernen Kasten mit einer Abflußröhre steht, damit, wenn durch Zufall Wasser verschüttet werden sollte, die Decken der unterliegenden Zimmer nicht leiden.

Bei allen größeren neu gebauten Häusern sollte man daher an geeigneten Stellen zwei oder drei Kanäle konstruiren, um, falls es späterhin gewünscht werden sollte, Wasserleitungsröhren darin anbringen zu können. Zugleich müssen diese Kanäle so liegen, daß man im Winter ohne Schwierigkeit etwas warme Luft in ihr unteres Ende einlassen kann, um das Frieren des Wassers in den Röhren zu verhindern. Auch bei der Anlage des Wasserreservoirs ist, wie schon oben erwähnt, besonders darauf zu achten, daß das Wasser darin nicht gefriert; sie müssen ferner mit einer Ableitungsröhre versehen werden, damit sie sich nur bis zur Höhe dieser Röhre füllen, und nicht überfließen können.

Eine dritte Methode endlich zum Wärmen der Bäder besteht in der Anwendung von Dampf, die ebenfalls ihre eigenthümlichen Vortheile

Digitized by Google

darbietet. Man leitet entweder den Dampf unmittelbar in das Wasser der Badewanne, oder umgibt diese, wenn sie nämlich aus Kupfer oder Weißblech bestehen, mit einem Mantel ebenfalls von Blech, und leitet den Dampf in den Zwischenraum, von welchem dann eine Ableitungsröhre ausgehen muß, um das darin verdichtete Wasser, so wie Luft und überflüssigen Dampf fortzuleiten. Oder auch, man läßt den Dampf durch eine Röhre strömen, die durch die Badewanne hindurch geht, und welche über ihrem Boden mehrere Windungen macht.

In Gebäuden, wo zu anderen Zwecken ein Dampfkessel ohnehin vorhanden ist, und geheizt werden muß, ist diese Einrichtung sehr zweckmäßig, in Privathäusern jedoch ganz unpraktisch.

Endlich sind in neuerer Zeit auch eine Menge, theils kupferne, theils blecherne Badewannen erfunden worden, die an der einen Seite einen kleinen Ofen haben, welcher mit einem Wasserbehälter umgeben ist, so daß zwischen dem Wasser dieses Behälters und dem der Badewanne eine Zirkulation eintritt, wodurch das Bad sich ziemlich rasch erwärmt. Eine der besten Einrichtungen dieser Art ist die von Benham, Wigmoore-Street, London. Man stellt die Badewanne in die Nähe des Kamins, und bringt das Rauchrohr des kleinen Ofens bis zu einer gewissen Weite in den Schornstein hinauf, um einen gehörigen Zug in dem Ofen zu unterhalten. Der Benham'sche Apparat erwärmt, wie Ure aus eigener Erfahrung gefunden hat, ein Bad in Zeit von 20 bis 25 Minuten, von 10° bis auf 37° C. Daß, sobald das Wasser die verlangte Temperatur erreicht hat, das Feuer ausgelöscht werden muß, versteht sich von selbst.

Balsame. (Balsams.) Natürliche Verbindungen von Harzen mit flüchtigen Oelen, von denen einige außer diesen beiden Hauptbestandtheilen auch noch Benzoesäure enthalten. Sie haben, je nachdem das Harz oder das flüchtige Oel in ihnen vorwaltet, eine dickere, ziemlich zähe, oder auch eine mehr dünne, honigartige Konsistenz. Die Farbe ist theils dunkel, schwärzlich braun, theils bräunlich gelb. Der, zum Theil sehr liebliche, zum Theil ziemlich unangenehme Geruch hängt von dem ätherischen Oel ab. Dem freien Luftzutritt längere Zeit dargeboten, nehmen sie sowohl durch Verflüchtigung eines Theiles der in ihnen enthaltenen flüchtigen Oele, mehr aber noch durch Verharzung desselben eine dickere Beschaffenheit an, und trocknen endlich ganz ein, womit dann ihr Geruch sich verliert. Mit Alkohol, Aether, flüchtigen und fetten Oelen sind sie im Allgemeinen in jedem Verhältnisse mischbar, im Wasser dagegen unauflöslich. Durch Destillation für sich geben sie zwar einen Theil des in ihnen enthaltenen flüchtigen Oeles aus, versucht man es aber, die ganze Menge durch starke Erhitzung auszutreiben, so tritt theilweise Zersetzung ein, wobei sich das rückständige Harz dunkler färbt; durch Destillation mit Wasser dagegen läßt sich das flüchtige Oel leicht austreiben, ohne daß das Harz sich zersetzt; eine Operation, die bei der Darstellung des Terpentinöls im Großen vorgenommen wird.

Die Balsame fließen zum Theil von selbst aus den Bäumen aus, und können so gesammelt werden, zum Theil befördert man ihren Ausfluß durch gemachte Einschnitte.

1. Benzoesäure haltige Balsame.

a. Perubalsam wird aus myroxylon peruiferum, einem in Peru, Mexiko u. a. Theilen von Amerika wachsenden Baume, zum Theil durch gemachte Einschnitte, zum Theil dadurch gewonnen, daß man das Dekokt der Rinde und der Zweige des Baumes abdampft. Die auf die erstere Art gewonnene Sorte ist sehr selten, und wird in Kokosnußschalen in den Handel gebracht, und daher wohl Balsam en coque genannt. Es ist braun, nur in dünnen Schichten durchscheinend, von der Konsistenz wie dicker Terpenthin, hat einen äußerst angenehmen, vanilleartigen Geruch, einen scharfen, bitteren Geschmack, und besteht aus zwei Substanzen, von

Digitized by Google

welchen die eine flüssig, die andere körnig, gewissermassen krystallinisch ist. Der Perubalsam enthält in 100 Theilen, 12 Benzoesäure, 88 Harz, und nur Spuren von flüchtigem Oel.

Die zweite Sorte des Perubalsam kommt viel häufiger vor, als die erste, ist durchscheinend, von der Konsistenz wie gut gekochter Syrup, von tiefrothbrauner Farbe, fast unerträglich scharfem bitteren Geschmack, und stärkerem Geruch, als die erste Sorte. Nach Stolze enthält diese Sorte 69 Theile flüchtiges Oel, 20, 7 Harz, welches im Alkohol wenig löslich ist, 6, 4 Benzoesäure, 0, 6 Extraktivstoff, und 0, 9 Wasser.

Des hohen Preises wegen wird der Perubalsam häufig mit Kopaïvbalsam, Terpentinöl und Olivenöl verfälscht; eine Verfälschung, die, so lange sie nicht sehr beträchtlich ist, sich nur schwierig erkennen läßt. Beim Terpentinöl gibt sie sich allerdings durch den Geruch zu erkennen, kaum aber beim Olivenöl und Kopaïvbalsam. Ein, freilich auch etwas trügerisches Prüfungsverfahren besteht darin, die Menge der darin enthaltenen Benzoesäure zu bestimmen. Man nimmt an, daß 100 Gewichtstheile reiner Perubalsam 75 Theile krystallisirtes kohlensaures Natron neutralisiren. Der Perubalsam findet seines lieblichen vanilleartigen Geruches wegen vielfache Anwendung zu allerhand Parfumerien, zu feinem Siegellack, zu Brustkuchen, ja er soll selbst statt der Vanille zur Chokolade und zu Likören verwandt werden.

b. Flüssiger Storax (Styrax). Man unterscheidet zwei Sorten desselben: den amerikanischen, der aus künstlich gemachten Einschnitten in einen Baum (Liquidambar styraciflua) ausfließt, und den ostindischen, aus Altingia excelsa; unter ihnen ist die erste Sorte die theuerste und beste; sie hat eine graubraune Farbe, einen eigenthümlichen, vanilleartigen, jedoch von dem des Perubalsam sehr verschiedenen Geruch, einen brennenden Geschmack, und die Konsistenz von venetianischem Terpenthin. Die Benzoesäure beträgt in diesem Balsam nur etwa 1½ Prozent. Man braucht ihn in der Medizin, zu Räucherwerk und ähnlichen Zwecken.

c. Tolubalsam. Fließt aus Einschnitten, die in den Stamm des im südlichen Amerika wachsenden Myroxylon toluiferum gemacht werden, und hat frisch eine ziemlich dünnflüssige Konsistenz, und eine hellgelbe Farbe, wird aber beim Zutritt der Luft allmählig dicker und dunkler gefärbt, und trocknet endlich zu einer spröden Masse ein. Der Geruch ist eigenthümlich benzoeartig, verliert sich aber beim vollständigen Austrocknen.

d. Chinesischer Firniß. Die Chinesen verfertigen eine Menge von Kunstarbeiten, Kästchen, Schalen, u. dgl., die mit einem Firniß und Glanz alle anderen, bei uns durch künstliche Mischungen dargestellten Firnisse übertrifft. Dieser chinesische Firniß ist ein natürlicher Balsam, der aus dem Firnißbaum, Augia sinensis, im Chinesischen Tsi-chu genannt, welcher in China, Cochinchina, und dem Königreich Siam wächst, aus Einschnitten, die man in seine Rinde macht, in Form eines klebrigen Saftes ausfließt.

Nach Macaire-Prinsep, der Gelegenheit hatte, diesen Balsam zu untersuchen, besitzt er eine bräunlich gelbe Farbe, einen eigenthümlichen, aromatischen Geruch, einen starken, etwas adstringirenden Geschmack, der Aehnlichkeit mit Mekka- und Kopaïv-Balsam hat, und eine Konsistenz wie dicker Terpentin. Auf eine Fläche ausgestrichen bildet er einen gleichförmigen, glänzenden, leicht trocknenden Firniß. Er vereinigt sich sehr gut mit Farben, löst sich in kaltem Alkohol nur träge, in kochendem Alkohol aber sehr leicht auf. Aether und Terpenthinöl lösen ihn schon in der Kälte. Mit Wasser in einer Retorte gekocht, destillirt ein eigenthümliches flüchtiges Oel über, während ein sehr festes Harz zurückbleibt, und das Wasser enthält Benzoesäure gelöst.

2. Balsame ohne Benzoesäure.

Zu diesen gehören vornemlich die verschiedenen Arten Terpenthin, worüber in einem besonderen Artikel gehandelt werden soll; unter den übrigen Balsamen dieser Art verdienen die folgenden eine Erwähnung:

Digitized by Google

a. Kopaivbalsam. Durch Einschnitte in den auf den Antillen und in Brasilien wachsenden Copaifera officinalis gewonnen. Er ist hellgelb, durchsichtig, im frischen Zustande ziemlich dünnflüssig, nimmt aber mit der Zeit eine dickere zähe Konsistenz an. Er hat einen eigenthümlichen, nicht eben angenehmen Geruch und einen brennenden Geschmack. Spez. Gew. = 0,95. Er ist im absoluten Alkohol leicht, im wasserhaltigen nur in geringer Menge löslich, und besteht aus einem ätherischen Oel und einem spröden Harz. Das Oel, dessen Menge nach dem Alter variirt, gehört zu der Klasse der sauerstofffreien flüchtigen Oele, und soll nach Durand Kautschuk auflösen.

Da er, besonders in der Medizin, viel gebraucht wird, so findet man ihn nicht selten verfälscht, vorzüglich durch Terpenthin und durch fette Oele. Die erste dieser Verfälschungen läßt sich am besten durch den Geruch erkennen, die letztere durch Schütteln mit Ammoniakflüssigkeit, worin sich reiner Kopaivbalsam zu einer klaren Flüssigkeit auflöst, während mit Oel verfälschter damit eine milchichte Emulsion gibt.

b. Mekkabalsam (Opolbalsam, Balsam von Gilead) fließt aus Balsamodendron Gileadense, der in Arabien und Egypten wächst; wird aber auch durch Auskochen der Blätter gewonnen. Die durch Ausfließen gewonnene Sorte kommt selten im Handel vor, ist von hellgelber Farbe, dünnflüssiger Konsistenz und angenehmem Geruch; der gewöhnliche, durch Auskochen erhaltene ist, ohne Zweifel wegen Verflüchtigung von ätherischem Oel, dickflüssiger. Er ist leichter als Wasser, löst sich in Aether und flüchtigen Oelen vollständig, in Alkohol nur theilweise auf.

c. Japanischer Firniß; wohl zu unterscheiden von dem chinesischen, fließt aus dem in Japan einheimischen Rhus Vernix, und liefert den sehr schönen, dem chinesischen jedoch nicht gleichkommenden japanischen Lack.

Bandanna. (Bandanna.) Eine eigenthümliche Art Kattundruckerei, bei welcher weiße oder hellfarbige Muster auf rothem oder dunklem Grunde erzeugt werden, und die schon seit undenklichen Zeiten in Indien auf die Art ausgeübt zu werden scheint, daß man gewisse Stellen der Zeuge, die weiß bleiben sollen, mit Bindfaden sehr fest zusammenbindet, und nun das Ganze ausfärbt, wobei denn die Farbebrühe in die gebundenen Stellen nicht eindringen kann, und diese also weiß läßt. Dieses Verfahren ist später in Europa weiter ausgebildet worden, und macht gegenwärtig einen eigenen Zweig der Kattundruckerei aus, der mit mechanischen und chemischen Hülfsmitteln aller Art zu einem hohen Grade von Vollkommenheit gelangt ist, und die indischen Erzeugnisse weit übertrifft.

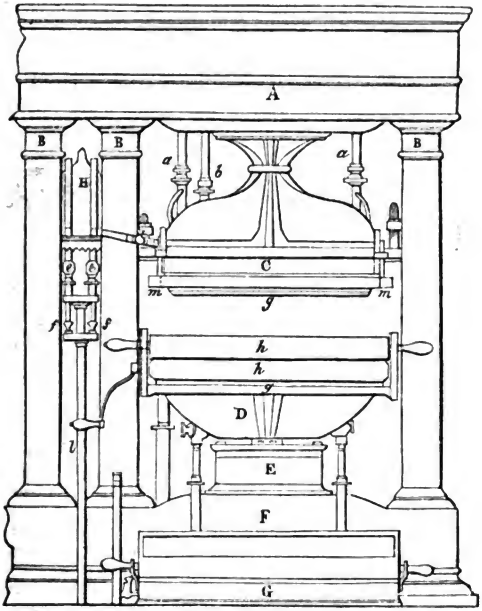
Die allgemeinen Grundsätze des Verfahrens, helle Muster auf dunklem Grunde hervorzubringen, sind in dem Artikel „Kattundruckerei“ entwickelt, die Einzelnheiten des Bandanna-Drucks aber verdienen wohl hier besonders erörtert zu werden. Eine ausführliche Beschreibung der Bandannadruckerei von Monteith in Glasgow, die noch vor wenigen Jahren in vollem Gange war, und gewiß zu den großartigsten und vortheilhaftesten Etablissements für Kattundruckerei gehört, die nur irgendwo anzutreffen sein möchten, hat Ure in Brande's Journal, Juli 1823, gegeben.

Die weißen Muster wurden dadurch hervorgebracht, daß man eine chlorhaltige Flüssigkeit durch türkischroth gefärbten Kattun hindurch fließen ließ, während alle die Stellen, die roth bleiben sollen, durch bleierne Formen mittelst einer kräftigen hydraulischen Presse einem solchen Druck ausgesetzt wurden, daß an diesen Stellen die Farbe vor der Einwirkung des Chlors geschützt bleibt.

Fig. 73 ist eine Ansicht einer solchen Presse. A, die obere Widerlage, BB, die Ständer oder Säulen, C, der obere Preßklotz, unter welchen die obere durchlöcherte Bleiform befestigt wird, D, die untere Preß-

Digitized by Google

73



platte, auf welcher die untere, der oberen genau entsprechende Bleiform liegt, E, der hydraulische Preßkolben, F, die untere Widerlage oder Basis der Presse, G, ein Wasserbehälter zur Aufnahme der aus der Presse kommenden Zeuge, H, das Gefäß für die Chlorflüssigkeit, mit Glasröhren oder Wasserständen, um genau den Stand der Flüssigkeit in dem Gefäße anzugeben, ee, Glashähne, um den Zufluß der Flüssigkeit aus dem allgemeinen Reservoir zu reguliren, ff, Hähne, um Wasser zum Auswaschen des Chlors zuzuleiten, gg, die bleierne Musterplatte oder Form mit Schrauben, um die Muster in korrespondirende Lage bringen zu können, mm, vorspringende Stücke an den Ecken, mit vertikal durchgebohrten halbzölligen Löchern, durch welche vier, von der unteren Platte aufstehende Bolzen hindurchgehen, um während des Anpressens die obere und untere Form genau in der richtigen Lage zu erhalten; hh, zwei Walzen, welche den Zeug, so wie er aus der Presse kommt, fortziehen, und in den Wasserbehälter G leiten.

Zur Linken von D ist eine Röhre mit einem Hahn, wodurch der Wasserbehälter seinen Zufluß erhält; l, eine Abzugsröhre für Chlorflüssigkeit und Waschwasser. Eine Vorrichtung, die dazu dient, einen Luftstrom quer durch den Zeug zu treiben, ist in der Figur weggelassen, um diese nicht zu sehr zu komplizíren.

Sechszehn solcher Maschinen, von denen jede eine Kraft von fast einer halben Million Pfund ausübt, stehen, in Abtheilungen zu je vier, in einer Reihe, so daß der Raum zwischen je zwei Abtheilungen den Arbeitern zum Durchgange dient, um schnell von der Vorderseite zur Hinterseite der Presse gelangen zu können. Eine jede Abtheilung von

Digitized by Google

4 Maschinen hat eine Länge von 25 Fuß, die Länge des ganzen Arbeitslokales beträgt 100 Fuß.

Jede Presse enthält, wie schon erwähnt, zwei Bleiformen, von deren Anfertigung weiter unten die Rede sein wird, und deren eine auf der unteren Preßplatte, die andere unter dem oberen Preßkloß angebracht ist. Dieser letztere ist so eingerichtet, daß er in einer Art Universalgewinde ruht, und sich so aufs Genaueste an die untere Platte anlegt. Setzt man nun die Presse in Aktivität, so schließen sie aufs Genaueste aneinander, und die das Muster bildenden Vertiefungen der einen fallen mit denen der anderen völlig zusammen.

Das Kraftmagazin oder Triebwerk dieser sechszehn Pressen befindet sich in einem Nebenzimmer, und besteht hauptsächlich aus zwei Preßzylindern, ganz von der Einrichtung hydraulischer Pressen, die jedoch nicht den Zweck haben, als Presse zu wirken, sondern gewissermassen als Kraftbehälter zu dienen. Die Kolben dieser beiden Pressen nämlich sind jeder durch ein Gewicht von 10000 Pfd. belastet, und werden durch eine Anzahl kleinerer Druckpumpen, die wieder durch eine Dampfmaschine in Gang gehalten werden, beständig in gehobener Lage erhalten, so daß also das Wasser in diesen Pressen durch die darauf lastenden 10000 Pfd. gedrückt wird. Die Kolben dieser beiden Pressen sind jedoch von sehr verschiedener Dicke; der eine hat 8, der andere 1 Zoll im Durchmesser, so daß also, da beide mit demselben Gewicht belastet sind, das Wasser des kleineren unter einem 64mal größeren Drucke steht, als das im großen. Von dem inneren Raume dieser Presse nun gehen enge kupferne Röhren nach den 16 Bandanna-Pressen, und sind mit Hähnen versehen. Soll nun bei der Arbeit die untere Preßplatte mit den darauf liegenden Zeugen gehoben, und unter die obere Form gebracht werden, so öffnet man zuerst den Hahn der von dem 8zölligen Treibzylinder herkommenden Röhre, worauf das Wasser in die Presse einströmt, öffnet aber nun den der anderen, von dem 1zölligen Treibzylinder ausgehenden Röhre, wodurch das Wasser der Presse unter den ungeheuren Druck versetzt wird, der unter dem 1zölligen mit 10000 Pfd. beschwerten Kolben Statt findet. Der Zweck dieser Einrichtung ist einleuchtend. Wollte man nämlich die 16 Pressen auf gewöhnliche Art in Bewegung setzen, so müßte jede mit zwei Pumpen, einer von größerem und einer von kleinerem Durchmesser, versehen, im Ganzen also müßten 32 Pumpen vorhanden sein, die außerdem Vorrichtungen zum Auslösen haben müßten, um sie beliebig in Gang und auch wieder außer Gang setzen zu können. Bei der vorhin beschriebenen Vorrichtung ist dieses nicht nöthig; wenig Pumpen, die von der Dampfmaschine beständig in Bewegung gehalten werden, reichen hin die beiden Triebzylinder beständig mit Wasser zu versorgen, und der Arbeiter hat nichts weiter zu thun, als ein Paar Hähne zu öffnen oder zu schließen, um seine Presse zuerst mit geringerer Kraft zu heben, und dann den höchsten Druck eintreten zu lassen. Ein dritter Hahn an der Presse dient dazu, das Wasser aus ihr ausfließen, und dadurch den Kolben nach beendigter Operation wieder sinken zu lassen.

Man legt nun zwölf bis vierzehn türkischroth gefärbte Zeuge der ganzen Länge nach so genau wie möglich mittelst einer eigenen Maschine auf einander, und rollt sie auf einen hölzernen Zylinder oder Windebaum, worauf dieser an der hinteren Seite der Maschine an seinen bestimmten Platz gebracht wird. Das vordere Ende der Zeuge wird zwischen den beiden Formen hindurchgezogen und nun eingepreßt. Man öffnet nämlich zuerst den Hahn der von dem achtzölligen Treibzylinder herkommenden Röhre, wodurch die untere Platte sogleich gehoben wird, und die Form mit dem darauf liegenden Zeuge bis unter die obere Form hinauf bringt. Der Hahn wird nun geschlossen und der andere dagegen geöffnet, wodurch jetzt das in dem einzölligen, mit 10000 Pfd. belasteten Treibzylinder enthaltene Wasser eindringt, und, da der Kolben

Digitized by Google

der Presse 8 Zoll im Durchmesser hat, einen Druck von $8 \times 8 \times 10000 = 640000$ Pfund erzeugt, mit welchem die Lage Zeug in ein paar Sekunden zwischen beiden Formen eingeklemmt wird. Gewiß ein höchst interessantes Beispiel von der ungemeinen Bequemlichkeit und Wirksamkeit dieser Presse. Nur einen kleinen Hahn hat der Arbeiter zu öffnen, um augenblicklich einen sanft und ohne Geräusch eintretenden Druck, der ein Haus von mäßiger Größe heben würde, auszuüben.

Die nächste Arbeit besteht nun darin, die Bleichflüssigkeit (nämlich Chlorwasser durch Mischung von Schwefelsäure und Chlorkalklösung erhalten) auf die Zeuge einwirken zu lassen. Dieses Bleichwasser befindet sich in einem großen Behälter in einem benachbarten Gebäude, von wo es in den kleinen bleiernen Behälter H an der Presse eingelassen werden kann. An diesen Behältern H sind, wie oben erwähnt, graduirte Glasröhren oder Wasserstände angebracht, so daß man allemal die Menge Bleichflüssigkeit, die bei jeder einzelnen Operation in Anwendung kommt, genau reguliren kann. Alle zur Leitung der Flüssigkeit dienenden Hähne sind von Glas.

Von dem Meßbehälter H tritt die Bleichflüssigkeit in die Vertiefungen der oberen Form, dringt an allen diesen Stellen durch die Zeuglage, und zerstört bei ihrem Durchgange die rothe Farbe, während die durch die vorspringenden Stellen der Formen zusammengepreßten Theile völlig geschützt bleiben. Die Flüssigkeit kommt nach vollbrachter Wirkung in die Vertiefungen der unteren Form, und gelangt aus dieser in die Abzugsröhre t. Gleich nachdem die Chlorflüssigkeit durch die Zeuge getrieben worden, und die Farbe zerstört ist, läßt man auf dieselbe Weise Wasser hindurch, um alles Chlor wegzuspülen, weil, wenn in den Zwischenräumen des Gewebes Chlorflüssigkeit zurückbliebe, diese beim Aufhören der Pressung in die nächstliegenden Begrenzungen des weißen Musters einfließen, und auch hier noch zum großen Nachtheil der Schärfe desselben, eine theilweise Bleichung bewirken würde. Das Hindurchdringen der Bleichflüssigkeit sowohl, wie des Wassers, wird durch eine Art Gebläse befördert. Es ist dieß ein großer Gasometer, von welchem Luft unter mäßigem Druck ebenfalls in die Vertiefungen der oberen Form geleitet werden kann, und so auf die vorher eingelassene Bleichflüssigkeit die zu ihrem Durchgange durch das Gewebe nöthige Pressung ausübt. Besonders bei gehäuften Bestellungen, wo die Arbeit möglichst rasch von Statten gehen muß, wird der Luftapparat in Anwendung gebracht, indem er fast eine doppelte Produktion gestattet.

Die Zeit, die zu einer Bleichoperation in der ersten Presse nöthig ist, reicht hin, daß inzwischen die Arbeiter die übrigen 15 Pressen nacheinander in Gang setzen können, sie kehren nun zu der ersten Presse zurück, ziehen die Zeuge um eine Formbreite fort, pressen sie wieder ein, lassen Bleichflüssigkeit zu, wenden sich nun zu der zweiten Presse, um auch diese neu zu besetzen, u. s. f. Zehn Minuten reichen zu einer Bleichung und dem Nachspülen mit Wasser hin, und eben so viel Zeit brauchen die Arbeiter, um sämmtliche 16 Pressen zu bedienen; so daß in 10 Minuten 16×14, also 224 Tücher fertig gemacht werden.

So wie ein Stück des Zeuges aus der Presse herauskommt, geht es zwischen den beiden Walzen hh hindurch und gelangt so in den unteren Wasserbehälter; sind endlich die ganzen Stücke bis zum Ende fertig, so bringt man sie in das Wasch- und Bleichlokal, wo durch Waschen und eine kurze Luftbleiche die weißgebleichten Stellen erst in völliger Reinheit und Weiße hergestellt werden.

Mittelst der 16 Pressen werden in Zeit von 10 Stunden durch 4 Arbeiter 1600 Stück, jedes zu 12 engl. Ellen, also im Ganzen 19200 Ellen Bandannas hergestellt.

Die Formen oder Tafeln, die in die Presse eingesetzt werden, und das weiße Muster bestimmen, sind aus Blei, und zwar folgendermaßen angefertigt:

Digitized by Google

Ein gitterförmiger Rahmen von Gußeisen, einen Zoll dick, mit aufgebogenen Rändern, die so also eine Art von flachem Kasten bilden, der etwas größer sein muß, als die herzustellende Bleiform, dient dieser zur festen Unterlage. Darauf wird eine Bleiplatte von ungefähr ½ Zoll Dicke durch Schrauben befestigt, an deren Rändern die, die ganze äußere Seite des eisernen Rahmens bedeckende dünne Bleitafel festgelöthet wird. Auf diese Weise entsteht eine Art starken Troges von 1 Zoll Tiefe, dessen aufstehende Ränder der Platte die nöthige Steifigkeit geben, und zugleich die Flüssigkeit einschließen *).

Auf die halbzöllige Bleiplatte kommt nun eine Tafel dünnes Walzblei zu liegen, die jedoch überall genau anschließen muß (zu welchem Ende sowohl sie, als auch die dicke Platte durch vorsichtiges Hämmern auf einem ganz flachen Stein völlig gerade gerichtet, und durch Abhobeln glatt gemacht sein müssen), und wird an den Rändern an die dicke Platte angelöthet. Auf die so vorläufig befestigte dünne Platte klebt man nun die auf Papier entworfene Zeichnung des Musters auf, um hiernach alle die Stellen, die auf dem Zeuge weiß erscheinen sollen, auszuschneiden, so daß die vorspringenden Stellen der Form durch die dünne Bleiplatte gebildet werden, die man hier stehen läßt. Um nun aber diese bleibenden Theile der dünnen Platte mit der dicken Grundplatte in feste Verbindung zu bringen, schlägt man, vor dem Ausschneiden des Musters, messingene Drahtstifte in hinreichender Zahl und überall, wo es nöthig ist, hindurch. Nunmehr wird das Muster mit den bei solchen Arbeiten gewöhnlich üblichen Instrumenten rechtwinklig eingeschnitten, wo dann die abgelösten Theile ohne Schwierigkeit ausgehoben werden können. In die so gebildeten Vertiefungen muß nun die Bleichflüssigkeit eingeleitet werden; zu diesem Ende bohrt man von dem Grunde der Vertiefung zahlreiche Löcher durch die dicke Bleiplatte hindurch, so daß die Bleichflüssigkeit freien Zutritt und Abfluß durch diese Löcher bekommt. Ist man mit der einen Platte fertig, so druckt man das Muster mit Buchdruckerschwärze auf das Papier ab, welches auf die zweite zugehörige Platte aufgeklebt ist, und schneidet darnach nun auch diese aus, wodurch denn natürlich eine vollkommene Uebereinstimmung unter den beiden Gravirungen erzielt wird. Zwei solche Formen gehören immer zusammen und lassen sich nach Belieben in die Presse einsetzen, und durch Andere vertauschen.

Bandfabrikation. (Ribbon manufacture, fabrication des rubans). Die Verfertigung der schmalen Stoffe, welche man Bänder nennt, und deren Breite zuweilen unter ¼ Zoll, höchstens aber 5 bis 6 Zoll beträgt, ist ein Zweig der Weberei, weshalb in vielen Beziehungen auf diesen Artikel verwiesen werden muß, und hier nur einige, der Bandweberei ausschließlich eigene Umstände zur Erörterung kommen. Die schönsten und am meisten gebräuchlichsten Bänder werden aus Seide verfertigt. Man unterscheidet unter den seidenen Bändern hauptsächlich: Taffetband, von glattem (leinwand- oder taffetartigem) leichtem Gewebe; Grosdetours- oder Grosdenaples-Band, ebenfalls glatt gewebt, aber schwerer als Tafftband; Köperband (wozu das sogenannte Floretband gehört); Atlasband nach Art des Atlasses stark geköpert, auf der rechten Seite (wo nur die feinen Fäden der Kette zu sehen sind) sehr glatt und glänzend; Gaze- oder Dünntuch-Band, aus roher (ungekochter) Seide so lose gewebt, daß es wie ein feines Gitter erscheint; endlich zahllose Abänderungen von gemustertem Bande, welche in einem Grunde von Grosdenaples, Atlas oder Gaze mancherlei Streifen und Figuren enthalten, welche sich theils bloß durch die Art der Fädenverbindung, theils auch noch überdieß durch

*) Die Undeutlichkeit des Originals an dieser Stelle ist nicht zu heben. Anm. d. Bearb.

Digitized by Google

Farbenabwechselung unterscheiden, und durch alle in der Musterweberei überhaupt gebräuchlichen Mittel hervorgebracht werden. Wollene Bänder kommen wenig vor, sind entweder glatt oder geköpert oder gemustert, und erhalten auch öfters nur den Einschuß von Wolle (Kammgarn), die Kette aber von Leinen (halbwollene Bänder). Baumwollene Bänder werden in der neueren Zeit viel verfertigt, sowohl glatt als geköpert (oft mit farbigen Streifen), seltener mit Mustern; sie haben die leinenen Bänder großentheils verdrängt. Letztere pflegt man nur in schmalen Sorten und einfärbig (weiß oder blau, schwarz ꝛc. gefärbt) zu erzeugen; sie sind nie anders als glatt (leinwandartig) oder mit einem einfachen Köper gewebt.

Das Weben der Bänder geschieht meistentheils auf sogenannten Bandmühlen (Mühlstühlen), d. h. einer Art von Webestuhl, der das Eigenthümliche hat, daß darauf 8 bis 40, und zuweilen noch mehr Bänder neben einander zugleich gewebt werden können. Dadurch und ferner durch den Umstand, daß alle zum Weben nöthigen Bewegungen durch Umdrehung einer Welle (mittelst Menschenhand, Wasser- oder Dampfkraft) hervorgebracht werden, wird die Bandmühle zu einer weit mehr zusammengesetzten Vorrichtung, als der gewöhnliche Weberstuhl.

Das Scheren oder Schweifen der Bandketten geschieht, wie jenes der Ketten für breite Stoffe, auf einem Scher- oder Schweifrahmen, wie er im Artikel Weberei beschrieben ist. Dann wird jede Kette für sich auf eine Spule gewickelt, die in den Mühlstuhl eingelegt wird. Der Kettenspulen sind demnach eben so viele, als Bänder auf dem Stuhle zugleich gewebt werden, d. h. so viel Gänge oder Läufe der Stuhl hat; manchmal auch mehr, indem man in gewissen Fällen genöthigt ist, die zu einem Bande bestimmte Kette auf zwei oder drei Spulen zu vertheilen. Die Kettenspulen befinden sich in einer geraden Reihe im obersten und hintersten Theile des Stuhles. Von einer jeden nehmen die Kettenfäden einen völlig gleichen Weg, weshalb bei der nun folgenden kurzen Beschreibung nur immer von einer Kette gesprochen wird. Die Kette geht nämlich, von ihrer Spule aus, einige Mal über Rollen in senkrechter Richtung auf und ab, und wendet sich dann horizontal, wobei sie unter einem wagrechten hölzernen Baume und durch einen Kamm hinläuft, welcher letztere die Fäden zu einer Fläche von gehöriger Breite neben einander ordnet. In diesem Zustande nimmt ferner die Kette ihren Weg durch das Geschirr (die Schäfte) und durch die Lade nach der Liegbank hin, welche hier derjenige Theil ist, den man an anderen Weberstühlen Brustbaum nennt. In dem Raume zwischen der Lade und der Liegbank geschieht das Einschießen der Eintragfäden mittelst kleiner Schnellschützen, welche (für jedes Band eine) an der Lade angebracht sind, und alle zugleich durch einen Mechanismus in Bewegung gesetzt werden. Auf diese Weise bildet sich aus jeder Kette ein Band. Dieses geht dann durch einen Spalt der Liegbank hinab, nimmt seinen Weg nach dem hinteren Theile des Stuhls, und wird dort auf eine Spule aufgewickelt. Gewichte bewirken eine fortwährende Anspannung der Ketten sowohl als der Bänder, wobei die Einrichtung so getroffen ist, daß der Weber nur von Zeit zu Zeit ein Mal nöthig hat, die Ketten nachzulassen und die Bänder aufzuwickeln. Es ist schon oben gesagt worden, daß die Bewegung aller Theile am Mühlstuhle durch Umdrehung einer Welle hervorgebracht wird. Diese liegt horizontal, hat ein Schwungrad, und wird, sofern nicht Wasser oder Dampf die Triebkraft ist, vom Weber mittelst der vorn befindlichen Treibstange in Gang gesetzt. Eine Hand reicht im Nothfalle hin, um die größte Bandmühle zu bewegen.

Die Arbeit der Bandmühle geht sehr schnell von Statten, und ein Arbeiter kann darauf in einem Tage von 50 bis zu 600 oder 700 Ellen weben, je nach der Art und Breite des Bandes und der Anzahl der Läufe.

Digitized by Google

Außer den Bandmühlen werden zum Weben der Bänder zuweilen auch die sogenannten Schubstühle und, jedoch weit seltener, Handstühle angewendet. Beide stimmen mit den gewöhnlichen Weberstühlen darin überein, daß der Weber durch Treten die Schäfte in Bewegung setzt, und zum Anschlagen die Lade unmittelbar mit der Hand regiert; aber der Schubstuhl ist dadurch dem Mühlstuhle ähnlich, daß mehrere Bänder zugleich darauf verfertigt werden, wogegen auf dem Handstuhle nur ein einziges Band gewebt wird. Man gebraucht den Handstuhl nur bei den allerbreitesten Bändern, die mit besonderer Sorgfalt gearbeitet werden sollen.

Barchent. (S. Fustian.)

Barilla. Eine Sorte roher Soda, die durch Verbrennen und Einäschern der salsola soda gewonnen wird, die man in Spanien, Sizilien, Sardinien, und anderen südlichen Gegenden eigends zum Zweck der Sodagewinnung anbauet. Nach Ure enthält gute Barilla gewöhnlich 20 Prozent kohlensaures Natron, außerdem noch schwefelsaures Natron und Chlornatrium, etwas Kalk und Thonerde nebst sehr wenig Schwefelnatrium. Man benutzt sie hauptsächlich in der Seifensiederei zur Darstellung harter Seifen.

Im Jahre 1835 betrug die Einfuhr in England 125068 Zentner; die Wiederausfuhr nur 5807 Zentner. Die Steuer beträgt 2 sh. pr. Zentner. Von der so eben angegebenen eingeführten Quantität waren 64174 Ztr. von Spanien und den Balearischen Inseln, und 20432 von Italien und den dazu gehörigen Inseln.

Baryt. (Baryta, baryte.) Das Oxyd des Baryums, gehört zur Klasse der Alkalien, und zwar der sogenannten alkalischen Erden. Am leichtesten, wenn auch nicht am wohlfeilsten, erhält man den reinen Baryt durch Auflösen von natürlichem kohlensauren Baryt (Witherit) in Salpetersäure, Abdampfen, Umkrystallisiren des salpetersauren Barryts, und Zersetzen desselben in einem bedeckten Platintiegel durch starke Rothglühhitze. Weniger rein gewinnt man ihn durch heftiges Glühen eines sehr fein pulverisirten und angefeuchteten Gemenges von kohlensaurem Baryt und Kohle.

Der durch die erste dieser Methoden dargestellte Baryt bildet eine hellgraue erdige Substanz, die nur in der Hitze des Knallgasgebläses zum Fluß kommt, einen scharf ätzenden Geschmack hat, und stark alkalisch reagirt. Spez. Gew. = 4. Mit Wasser besprengt erhitzt er sich heftig und zerfällt zu einem weißen pulverförmigen Hydrat, welches $10^1/_9$ Prozent Wasser hält, und sich in 10 Theilen kochendem Wasser auflöst. Beim Erkalten dieser Lösung krystallisirt ein guter Theil des Hydrats in Form von prismatischen Krystallen aus, doch bleibt $^1/_{20}$ vom Gewicht des Wassers Baryt gelöst, und stellt so das Barytwasser dar. Das krystallisirte Hydrat enthält 61 Prozent Wasser, von welchen beim Austrocknen 50 Theile verdampfen; worauf dann aber, selbst durch starke Glühhitze, wobei das Hydrat in Fluß kommt, kein Wasser mehr ausgetrieben werden kann.

Unter allen Salzbasen hat der Baryt die größte Verwandtschaft zur Schwefelsäure, und bildet damit ein in Wasser völlig unauflösliches Salz; eine Eigenschaft, auf die sich die Anwendung des Baryts in der Chemie zur Abscheidung und quantitativen Bestimmung der Schwefelsäure gründet. Setzt man nämlich zu einer Flüssigkeit, in welcher Schwefelsäure enthalten ist, Barytwasser, oder eine Auflösung von salpetersaurem Baryt oder Chlorbaryum, so schlägt sich der Baryt augenblicklich in Verbindung mit der Schwefelsäure in Form eines weißen Pulvers nieder. Das Atomgewicht des Baryts ist 956,88.

Unter den Verbindungen des Baryts kommt nur eine, das schwefelsaure Salz (der Schwerspath) ziemlich häufig in der Natur vor, und wird sehr allgemein zum Versetzen des Bleiweißes angewendet.

Digitized by Google

Bassorin (Bassorine). Ein Bestandtheil des Bassoragummi, des Traganths und einiger Gummiharze. Halbdurchsichtig, gelblich, zähe, schwer zu pulverisiren, besonders dadurch ausgezeichnet, daß es in kaltem und kochendem Wasser sich nicht eigentlich löset, sondern nur zu einer schleimigen Masse aufschwillt, daher auch der Name „Pflanzenschleim." Man stellt das Bassorin am besten aus dem Bassoragummi dar, indem man es mit vielem Wasser übergießt, und damit stehen läßt, wobei sich die übrigen Bestandtheile lösen, und sich von dem Bassorin abfiltriren lassen.

In verdünnten Säuren ist das Bassorin auflöslich; durch Digestion mit Salpetersäure liefert es etwa 23 Proz. von seinem Gewicht an Schleimsäure, also viel mehr als arabisches Gummi gibt.

Battist (cambric, batiste), ein sehr feiner und etwas lockerer leinener Stoff, der übrigens hinsichtlich seines Gewebes der Leinwand gleicht und zuerst in Cambrai verfertigt wurde (daher der englische Name). Eine Nachahmung hiervon ist der Kambrik und der sogenannte schottische Battist, welche aus festgedrehtem baumwollenen Garne bestehen. Eigentlicher (leinener) Battist wird jetzt auch in England aus Maschinengespinnst fabrizirt.

Baumöl. M. s. Oele (fette).

Baumwachs. (Piney-Talg, Piney-tallow.) Ein festes Fett, das durch Auskochen der Früchte der Vateria indica, eines auf der Küste Malabar wachsenden Baumes, gewonnen wird. Steht seinen Eigenschaften nach ungefähr zwischen Wachs und Talg in der Mitte, und kommt fast ganz mit reinem Stearin überein. Es schmilzt bei 36¹/₂° C. hat eine gelblich weiße Farbe, ein spez. Gew. = 0,926, und wird durch Behandlung mit Alkalien verseift.

Es besteht nach Babington, dem wir eine Untersuchung desselben verdanken, aus 77 Kohlenstoff, 12,3 Wasserstoff und 10,7 Sauerstoff. Es wird zu Lichtern verwandt.

Baumwollfärberei. (Cotton dyeing.) Baumwollene und leinene Garne verhalten sich fast ganz gleich in ihrer Verwandtschaft zu den Farbstoffen, und können daher beim Färben auf fast gleiche Weise behandelt werden. Wenn sie auch durch die Bleiche schon die gehörige Weiße erlangt haben, so sind sie doch so unmittelbar noch nicht zur Annahme einer dauerhaften Färbung geeignet; sondern es ist unerläßlich, ihnen vor der Behandlung in dem Färbebad die Eigenschaft zu ertheilen, die färbenden Substanzen in ihren Poren gleichsam zu verdichten, und so zu befestigen, daß sie wenigstens durch die äußeren Einwirkungen und Einflüsse, denen sie unter den gewöhnlichen Verhältnissen ausgesetzt zu werden pflegen, sich nicht von der Faser trennen. Unglücklicher Weise aber lassen sich keinesweges alle Farbstoffe, die man etwa wünschen möchte, so fest mit der Substanz der Faser vereinigen; und gerade die Entdeckung neuer Methoden, um solche Pigmente, die bis jetzt nicht zu ächten Farben gebraucht werden können, dauerhaft auf die Faser zu befestigen, ist fortwährend das Bestreben der mit diesem wichtigen Industriezweige beschäftigten Chemiker.

Alle baumwollenen, leinenen und hanfenen Artikel werden im gemeinen Leben gewaschen, und müssen daher so gefärbt sein, daß sie schwachen alkalischen Laugen und der Seife, so wie diese bei der gewöhnlichen Wäscherei gebraucht werden, widerstehen.

Vitalis unterschied drei Arten gefärbter baumwollener Waaren:

1. unechte (petit teint), die durch zwei- bis dreimal wiederholtes Kochen mit Seifenwasser ihre Farbe ändern, oder gar verlieren;
2. gut oder echt gefärbte (bon teint), die fünf- bis sechsmaliges starkes Waschen mit Seife vertragen, und
3. ganz echt oder fest gefärbte (grand teint), die noch dauerhafter sind,

Digitized by Google

wie z. B. Türkischroth. Die mit Brasilienholz, Blauholz, Orlean, Safran und anderen Pigmenten erzeugten Farben sind unecht, die mit Krapp, jedoch ohne Oelbad, dargestellten sind echt, endlich die mit Krapp und dem Oelbad, also das Türkischroth, ganz echt. Es lassen sich übrigens mit, an und für sich, ziemlich leicht zersetzbaren Farbstoffen, durch zweckmäßige Behandlung, doch ziemlich echte Farben erzielen, z. B. mit dem Blauholz.

Die bei der Baumwoll- und Leinenfärberei vorkommenden Arbeiten lassen sich im Allgemeinen in fünf Hauptoperationen eintheilen.

1. Das Gallíren. Diese so wichtige Vorbereitung der Faser, wodurch sie besonders zur Aufnahme der Farbstoffe geeignet wird, geschieht entweder allein mit Galläpfeln, oder mit Schmack, oder auch mit beiden zugleich. Man bringt in einem Kessel auf je 100 Pfd. Baumwolle 120 Quart Wasser und 12 bis 18 Pfd. gröblich zerstoßene Galläpfel und kocht dieß so lange, bis sich die Galläpfelstückchen zwischen den Fingern leicht zerdrücken lassen. Man läßt nun das Feuer ausgehen, das Bad ziemlich abkühlen und gibt es durch ein Haarsieb; wenn jedoch die Flüssigkeit hierbei ganz abkühlen sollte, so erwärmt man sie wieder soweit, daß man nur grade die Hand darin halten kann, und gibt nun einen Theil davon in ein anderes Gefäß, die Bake, in welchem man einen Theil der Garne damit durcharbeitet, so daß sie ganz davon durchdrungen werden. Man nimmt sie dann heraus, ringt sie am Ringpfahl oder in der Wringmaschine aus, und hängt sie in dem Trockenhause auf; zu der theilweise erschöpften Flüssigkeit setzt man dann wieder etwas frisches Dekokt, und behandelt eine neue Portion Garn, und sofort, bis man mit dem ganzen Quantum fertig ist.

Bei der Anwendung von Schmack ist die Arbeit im Allgemeinen dieselbe, nur daß das Bad etwas anders bereitet wird, insofern man doppelt so viel Schmack anwenden muß, als von Galläpfeln nöthig war, und ihn nicht mit dem Wasser kocht, sondern nur mit sehr heißem Wasser infundirt. Sollen Galläpfel und Schmack zugleich angewandt werden, so bereitet man die Bäder doch einzeln für sich, und mischt sie nachher zusammen.

2. Das Alaunen. Diese Operation trägt ebenfalls sehr dazu bei, die Faser zur Annahme der Farben zu disponiren, und wird in folgender Art bewirkt: Man füllt einen Kessel mit Wasser, auf je 100 Pfd. vorher ausgekochter, oder entschälter Baumwolle 120 Quart desselben, erhitzt es bis zu 50° C und löst nun 25 Pfd. gröblich pulverisirten Alaun darin auf. Ist nach Beseitigung des Feuers die Temperatur bis auf 36° gesunken, so wird die Baumwolle in dem Bade anhaltend herum genommen. Sie wird dann herausgenommen, ausgerungen, und im Schatten getrocknet. Da die Alaunlösung bei der Baumwollenfärberei so viel gebraucht wird, so thut man am besten, eine große Quantität mit einem Male zu bereiten, und zum Gebrauch in einem Faß in Vorrath zu halten, wobei sie keineswegs verdirbt, und zum Gebrauch nur abgezapft werden darf.

Für gewisse Farben ist es nöthig, den Alaun, der, wenn auch theoretisch ein neutrales Salz, doch stark sauer reagirt, bis auf einen gewissen Punkt zu neutralisiren; was man dann durch Zusatz von 2 Loth krystallisirtem kohlensaurem Natron auf jedes Pfund Alaun bewirkt; nie aber darf so viel davon zugesetzt werden, daß ein bleibender Niederschlag von Thonerde entsteht.

Man nennt den auf solche Weise behandelten Alaun gesättigten, oder neutralisirten, ungeachtet auch er noch das Lackmuspapier röthet; er unterscheidet sich aber von dem gewöhnlichen dadurch, daß er in Würfeln, während dieser in Oktaedern, krystallisirt.

Im ersten Alaunbad nimmt die Baumwolle noch nicht die gehörige Menge Alaun auf, muß daher nochmals, ja selbst ein drittes Mal alaunt werden. Jedes Mal aber muß das Garn oder Zeug erst voll-

Digitized by Google

ständig austrocknen und zwischen den einzelnen Alaunbädern einen oder zwei Tage lang hängen bleiben; ja man läßt es wohl vor dem Trocknen erst noch 10 bis 12 Stunden lang im nassen Zustande liegen, damit sich die Faser aufs vollkommenste und innigste mit der Alaunlösung imprägnirt.

Ist die Baumwolle nach dem letzten Alaunbad wieder getrocknet, so wird sie vor der Färbung noch erst gewaschen, denn sonst würde der Theil von Alaun, der nicht eigentlich in die Faser eingedrungen ist, sondern ihr nur äußerlich anhängt, sich in dem Farbebade auflösen, und die Farbe desselben nicht nur ändern, sondern sich mit dem Pigment verbinden, und damit zum großen Schaden des Färbers als eine Art Lack zu Boden fallen.

Krapproth, Waugelb und noch einige andere Farben werden haltbarer und lebhafter, wenn man sie, statt mit Alaun, mit essigsaurer Thonerde behandelt, die durch Zusammenbringen von Alaun und essigsaurem Blei, und ein wenig Pottasche, und Abfiltriren des entstandenen Niederschlags von schwefelsaurem Blei, entsteht. Diese Lösung wird in der Kälte angewandt, und kann ein spez. Gew. von 1,029 haben oder 4° am Baumé'schen Aräometer zeigen.

3. Das eigentliche Beizen. M. s. hierüber den Artikel „Beizen."

4. Das Ausfärben in der Färbestotte, oder dem Farbebade. Es geschieht dieses in einem Extrakt, einer Infusion oder einer Abkochung des Farbestoffes, die man zuerst anfertigt, und in welcher nachher der Stoff ausgefärbt wird; nur bei Krapp kann man sich diesen Umweg ersparen, und den Krapp zugleich mit der Baumwolle in das Wasser bringen, so daß die Ausziehung des Farbstoffes, und seine Befestigung auf dem Zeuge zu gleicher Zeit vor sich gehen.

Einige Farben extrahirt man am besten in der Kälte, und färbt auch so mit ihnen aus; bei Weitem die meisten aber verlangen eine Hitze von 90 oder 100°, theils um aus dem Farbenmaterial ausgezogen zu werden, theils, um sich gehörig mit der Faser zu verbinden.

Das Ausführlichere über die Herstellung der Farbestotten ist in den Artikeln über die einzelnen Farbmaterialien nachzusehen.

5. Das Waschen nach dem Färben. Es ist dieß eine höchst wichtige Operation für die Färberei, denn wenn nicht durch sorgfältiges Waschen alle die Theile des Farbstoffes, die nur äußerlich der Faser anhängen, beseitigt werden, so färbt der Zeug ab, und beschmutzt Alles, was damit in Berührung kommt; dieß möchte übrigens nicht einmal soviel zu sagen haben, wenn sich nur die Farbe von allen Stellen gleichmäßig abriebe; allein das ist nicht der Fall, und der Zeug gewinnt so ein fleckiges Ansehen. Ein gut eingerichtetes Färbehaus muß eine längliche viereckige Form haben, und mit einem, der Länge nach mitten hindurch gehenden Kanal versehen sein, durch den ein Strom von gutem Wasser fließt. An der einen Seite des Raumes, in der Nähe der Außenwand, muß eine Reihe Waschräder, an der anderen Seite dagegen die erforderlichen Farbkessel mit den dazu gehörigen selbstwirkenden Haspeln aufgestellt sein. Man kann dann nach Belieben das Waschen entweder aus der Hand, mit der Spülmaschine, oder in dem Waschrade vornehmen, je nachdem die Natur des Farbstoffes oder das Gewebe des Zeuges das Eine oder das Andere erheischt; nach dem Waschen werden dann die Zeuge entweder am Wringpfahl, durch die Wringmaschine, oder eine Presse ausgerungen. In mehreren Färbereien ist zu dem Ende zu beiden Seiten des Waschkanales eine Reihe von Wringpfählen angebracht, die 1½ Fuß hoch, unten 3½ Zoll, oben nur 1½ Zoll dick sind, und in der Höhe von 3 Fuß über dem Boden des Kanals befestigt, und so den, in dem Kanale beschäftigten Arbeitern gehörig zur Hand sind. M. s. Brasilienholz, Gelbholz, Krapp, Schwarzfärben, Braunfärben ꝛc. ꝛc., auch Bleichen, Kleie, Kattundruckerei, Kuhmistbad, Färberei.

Baumwollspinnerei. (Cotton manufacture, filature de coton.)

Digitized by Google

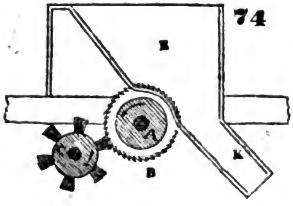
Die Baumwolle ist der faserige Flaum, welcher die Samenkörner der Baumwollpflanze (Gossypium) in deren Kapseln einhüllt. Dieses Gewächs steht in der Klasse Monadelphia, Ordnung Polyandria, des Linnéschen Systems und gehört zu der natürlichen Familie der Malvaceen. Sie hat einen becherförmigen, mit fünf stumpfen Zähnen versehenen Kelch, welcher in einem dreispaltigen äußern Kelche eingeschlossen ist. Pistille sind 3 bis 5; die Fruchtkapsel ist drei- bis fünffächerig und vielsamig; die Samen sind darin mit dem schon erwähnten wolligen Flaum umgeben. Decandolle beschreibt 13 Arten der Baumwollpflanze, allein ihre Charaktere sind sehr unsicher, und kein Botaniker vermag die mannichfaltigen im Handel vorkommenden Baumwollsorten bestimmten Arten der Pflanze zuzuweisen. Die Blätter sind im Allgemeinen gelappt und haarig, die Blüthen groß und von einer schönen gelben Farbe. Die Spezies Gossypium religiosum, in Trankebar, hat in einigen ihrer Varietäten weiße Blüthen, und hierzu gehört wahrscheinlich die weißblühende römische Baumwolle, welche in dem Pflanzengarten zu Paris kultivirt wird. Die Fäserchen der Baumwolle sind bei verschiedenen Sorten verschieden in Länge, Dicke, Biegsamkeit und Zähigkeit; daher die große Ungleichheit ihres Werthes für die Spinnerei, welche sich durch die Preise zu erkennen gibt. So standen zu Liverpool, am 1. Dezember 1835 folgende Baumwollsorten zu beigesetzten Preisen pr. Pfund.

Sea Island	18	bis 30	Pence
Demerara und Berbice	9	" 12	"
Pernambuko	$10^{3}/_{4}$	" $13^{1}/_{2}$	"
Egyptische	$11^{1}/_{4}$	" $14^{1}/_{2}$	"
Neu-Orleans	$7^{1}/_{4}$	" 12	"
Bahia	$8^{1}/_{4}$	" 10	"
Upland-Georgia	$7^{1}/_{8}$	" $11^{1}/_{2}$	"
Westindische	$7^{3}/_{4}$	" 9	"
Surate	$6^{1}/_{8}$	" 8	"
Madras	$6^{1}/_{2}$	" 8	"
Bengal	$5^{1}/_{4}$	" $6^{1}/_{4}$	"

Es ist jedoch zu bemerken, daß es Sorten der Sea-Island-Baumwolle gibt, welche von den Fabrikanten feiner Garne so hoch geschätzt werden, daß man sie mit 3, 4 und selbst 5 Schilling (36 bis 60 Pence) bezahlt.

Werden die Baumwollfasern unter einem guten Mikroskope betrachtet, so erscheinen sie mehr oder weniger bandförmig und gedreht; ihre Breite geht von $^{1}/_{1000}$ Zoll (in der feinsten Sea-Island) bis zu $^{1}/_{300}$ Zoll (in der gröbsten Smyrnischen Baumwolle).

Ein Hauptunterschied besteht zwischen der Baumwolle mit schwarzen und jener mit grünen Samenkörnern. Bei der ersteren Art läßt sich die Wolle sehr leicht von den Samen trennen, bloß mittelst zweier Walzen, welche — beinahe in Berührung mit einander — durch Menschenhand umgedreht werden. Bei der zweiten Art dagegen hängt die Wolle fest an den Samen, und muß daher von denselben durch die kraftvolle Wirkung eines aus umlaufenden Kreissägenblättern bestehenden, von Pferde- oder Wasserkraft getriebenen Mechanismus getrennt werden. Fig. 74 gibt eine Vorstellung von dieser Maschine. A B ist eine Walze von ungefähr 9 Zoll Durchmesser, welche sich in der Richtung des Pfeiles schnell um ihre Achse dreht. Diese Walze ist aus einer Reihe kreisrunder Sägeblätter wie B gebildet, welche auf einer eisernen Welle befestigt sind und durch



Digitized by Google

hölzerne Zwischenscheiben wie A in 1¼ Zoll Entfernung von einander gehalten werden. Ueber der Walze befindet sich ein Kasten E, in welchen die von den Samen zu reinigende Baumwolle gelegt wird, und dessen schräger Boden ein Rost von eisernen Stäben ist. Die Sägeblätter greifen zwischen den Stäben hinein, fassen mittelst ihrer Zähne die Baumwolle, und ziehen sie heraus, während die Samenkörner, die nicht folgen können, zurückbleiben, und nach und nach durch den Schlauch K herabfallen. Ein mit Bürsten besetzter Zylinder C, der sich bedeutend schneller dreht, als die Sägen B, nimmt von letzteren die an den Zähnen hängende Baumwolle ab.

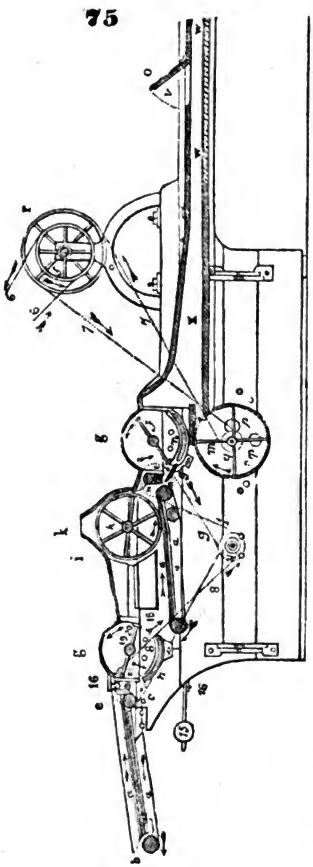
Nachdem die Baumwolle von den Samen befreit ist, wird sie in große Säcke von grober starker Leinwand verpackt, welche man mittelst einer kraftvollen Schraubenpresse oder einer hydraulischen Presse sehr stark zusammendrückt, damit sie beim Transporte so wenig Raum einnehmen, als möglich. Die amerikanischen Baumwollballen enthalten ungefähr 340 Pfd.

Wenn die Baumwolle in die Spinnereien kommt, muß sie zunächst wieder aufgelockert, und zugleich von den darin enthaltenen Unreinigkeiten (welche aus Staub, Sand, Erde, Blättern, Ueberresten der Samenkapseln und Samenkörner etc. bestehen), befreit werden. Hierzu bedient man sich vorzüglich zweierlei Arten von Maschinen, nämlich des sogenannten Willow, mit welchem die Auflockerung und Reinigung angefangen wird; und der Schlagmaschinen, womit man sie bis zu einem gewissen Grade beendigt.

Der Willow besteht aus einem hölzernen Kasten, in welchem sich eine zylindrische, 2 bis 2½ Fuß im Durchmesser große Trommel mit großer Geschwindigkeit um ihre Achse dreht. Sowohl der Umkreis der Trommel als das Innere des Kastens ist mit mehreren Reihen eiserner Zapfen oder langer Stifte besetzt, welche die Baumwolle fassen, die Flocken derselben auseinander ziehen, und die groben und schweren Unreinigkeiten herausschütteln. Letztere fallen sodann durch ein Gitter, welches im Boden des Kastens angebracht ist. Die Trommel läuft ungefähr 600 Mal in einer Minute um; die Baumwolle wird aber nur wenige Minuten lang ihrer Wirkung ausgesetzt. In Spinnereien, welche hauptsächlich grobe und unreine Baumwollsorten verarbeiten, wird häufig der von Lillie zu Manchester erfundene, selbstwirkende konische Willow angewendet, bei welchem die Trommel und der Kasten oder Mantel eine abgestutzt-kegelförmige Gestalt haben. Die Trommel ist 6 Fuß lang, hat an dem einen Ende 1¾ Fuß, am anderen Ende 4 Fuß Durchmesser, und macht 400 bis 600 Umdrehungen in der Minute. Der Mantel ist damit konzentrisch. Die Baumwolle wird am engen Ende desselben eingeführt, und kommt am weiten Ende wieder heraus, wo sie zugleich durch einen Ventilator und durch ein Drahtsieb von Staub gereinigt wird. Diese Maschine ist in ihrer Wirkung so ausgezeichnet, daß sie täglich 7200 Pfund oder 24 Ballen Baumwolle bearbeiten kann.

Die Auflockerung, welche der Willow zu Stande bringt, erstreckt sich hauptsächlich auf die Zertheilung der Klumpen und Flocken, geht aber nicht so weit, daß die einzelnen Fasern oder Haare der Baumwolle von einander abgesondert werden. Dieß muß durch die Schlagmaschinen erreicht werden, welche zugleich die Entfernung der feinen Unreinigkeiten (Staub und Sand) bewirken. Man gebraucht zwei solche Maschinen nacheinander, um eine vollkommene Bearbeitung zu erlangen. Die erste Schlagmaschine wird, nach einer guten neuern Konstruktion, durch Fig. 75 im senkrechten Längendurchschnitte vorgestellt. Sie ist ungefähr 18 oder 19 Fuß lang, und drei Fuß innerhalb des Gestelles breit. Das ganze Gestell ist aus einem gußeisernen Gerippe gebildet, dessen Oeffnungen mit Bretern verschalt sind, so daß es einen verschlossenen Kasten darstellt, in welchem Oeffnungen nur dazu angebracht sind, um die rohe Baumwolle einzuführen, die bearbeitete herauszunehmen, und den Staub wegzuschaffen, welcher sich am Boden ansam-

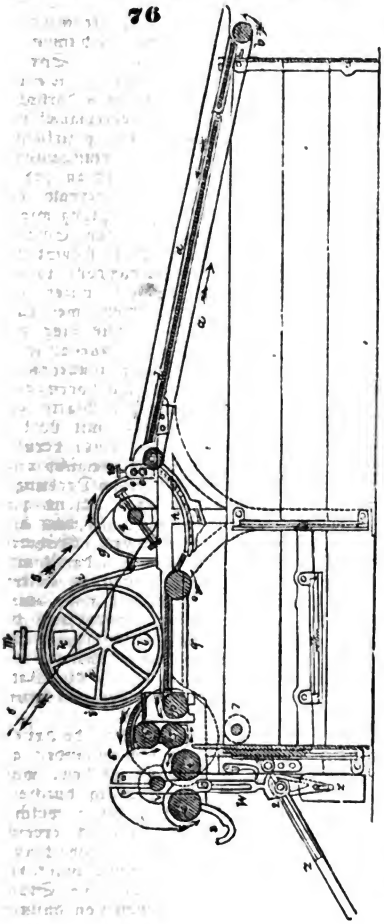
Digitized by Google



melt. Die Einführung der Baumwolle geschieht mittelst eines Tuches ohne Ende (Speisetuch) aa, welches über die zwei beständig umgehenden Walzen bei b und c ausgespannt ist, und durch diese eine Bewegung nach der Richtung, welche die Pfeile angeben, erhält. Ein Arbeiter breitet die Baumwolle auf dem Tuche aus. Die zwei kleinen Walzen bei e, welche Speisewalzen genannt werden, nehmen sie von demselben auf, ziehen sie zwischen sich durch, und liefern sie unmittelbar in das Innere der Maschine. Hier ist sie sogleich der Wirkung des Schlägers oder Schlaghaspels f e ausgesetzt, welcher aus zwei an einer eisernen Welle befindlichen, einander gegenüber stehenden, rahmenartigen Flügeln besteht, und sich unter seiner Decke g, nach der vom Pfeile angegebenen Richtung, mit großer Geschwindigkeit umdreht. Er schlägt daher auf die von den Speisewalzen ihm dargebotene Baumwolle, treibt sowohl durch die Kraft des Schlages als durch den von ihm erregten Luftzug die Fasern auseinander. Die schweren Unreinigkeiten fallen durch das bogenförmige Gitter n, welches sich unterhalb des Schlägers befindet; der leichte Staub geht mit dem Luftstrome durch die kleinen Oeffnungen einer mit Drahtsieb bekleideten Trommel h, und wird mittelst eines (in der Zeichnung nicht angegebenen) Ventilators durch den Kanal i k fortgezogen. Die Baumwolle selbst, im unvollkommen gelockerten und gereinigten Zustande, wird von dem Schlaghaspel auf ein zweites Speisetuch geworfen (welches gleich dem ersten mit a a bezeichnet ist), und hier von der sich langsam umdrehenden Siebtrommel h etwas zusammengedrückt. Dieses zweite Speisetuch bewegt sich (wie der beigesetzte Pfeil angibt,) in einer solchen Richtung, daß die darauf liegende Baumwolle einem neuen Paar Speisewalzen e, und durch diese einem zweiten Schläger f überliefert wird. Diese Theile sind eine getreue Wiederholung derjenigen, von welchen bereits gesprochen worden ist; denn die Maschine ist in der That eine doppelte, und die Baumwolle wird darin bei einem Durchgange zweimal bearbeitet. Der zweite Schlaghaspel wirft die nun schon in bedeutendem Grade gelockerte Baumwolle in einen langen Kanal x, dessen Boden zum Theile aus einem Roste oder Gitter ww gebildet ist. Durch die Thür v wird sie sodann herausgenommen. Ein Windfang oder Ventilator, m, welcher aus vier schnell umlaufenden Flügeln besteht, und in dem trommel-

Digitized by Google

artigen Gehäuse pp sich befindet, befördert durch den von ihm erweckten, bei t austretenden Luftstrom das Forttreiben der Baumwolle in dem Kanale x. Diese Vorrichtung fehlt an mehreren Maschinen dieser Art, und man läßt statt dessen die Baumwolle, nachdem sie vom zweiten Schlaghaspel bearbeitet ist, auf einem Tuche ohne Ende sich sammeln, von welchem sie schließlich in einen am Ende der Maschinen untergesetzten Korb fällt. Der erste Schlaghaspel macht ungefähr 1200 Umläufe, also eben so viele Schläge mit jedem seiner zwei Arme, in einer Minute; der zweite 1500. Die Speisewalzen vor dem ersten Schlaghaspel drehen sich 8mal in der Minute um, und da sie $1\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser haben, so führen sie während dieser Zeit 37, 7 Zoll der auf dem Speisetuche ausgebreiteten Baumwolle in die Maschine ein, auf welche 2400 Streiche des Schlaghaspels fallen.



Die Haupttheile des Mechanismus, welcher die Maschine in Gang setzt, sind in der Abbildung meist durch punktirte Linien angegeben. Hierüber ist in Kürze Folgendes zu bemerken. Von der Betriebswelle der Spinnerei läuft ein Riemen 6, 6, auf die Rolle s, an deren Achse auch das Rad r sitzt. Letzteres gibt mittelst des Riemens 7 dem Ventilator m seine Bewegung. Die zwei Paar Speisewalzen ee empfangen ihre Drehung mittelst anderer Riemen, 8 und 9, von der Welle y, welche selbst wieder auf ähnliche Weise von der Hauptbetriebswelle der Fabrik in Umlauf gebracht wird. Auch die Schlaghaspel werden durch Riemenscheiben getrieben, welche aber in der Figur nicht angegeben werden konnten. Mit 16 sind die Druckhebel bezeichnet, vermittelst welcher die Gewichte 15 die Speisewalzen e auf einander pressen, damit diese die Baumwolle gehörig fassen.

Eine Maschine der hier beschriebenen Art bearbeitet täglich 600 Pfd. Baumwolle, und erfordert nur eine Person (gewöhnlich ein

Mädchen) zur Bedienung, nämlich zum Auflegen der Baumwolle auf das erste Speisetuch.

Die zweite Schlagmaschine wird gewöhnlich Wattenmaschine oder Ausbreitmaschine genannt, weil sie die Baumwolle nicht bloß ferner auflockert und reinigt, sondern dann auch sogleich in eine wattenförmige zusammenhängende Fläche verwandelt, und diese auf einen hölzernen Zylinder wie ein Stück Zeug aufrollt, damit sie in dieser Gestalt bequem der Kratzmaschine vorgelegt werden kann. Einen Durchschnitt der Wattenmaschine zeigt Fig. 76. Die Breite derselben beträgt 3 Fuß, wenn darauf Watten für 3 Fuß breite Kratzmaschinen verfertigt werden sollen; wenn dagegen die Kratzmaschinen nur 18 oder 24 Zoll breit sind, so gibt man auch der Wattenmaschine diese Breite, weil zwischen beiden in dieser Hinsicht Uebereinstimmung vorhanden sein muß. Die Abbildung zeigt in aa das endlose Speisetuch, welches über die hölzernen Zylinder b, c gelegt ist; in e, e die beiden Speisewalzen; in f den Schläger mit dem Gitter n darunter und dem Dache oder Gehäuse g darüber; in h die Siebtrommel mit ihrem Tuche ohne Ende q, welches über die Walzen o und p zirkulirt.

Alle diese Theile sind mit jenen der ersten Maschine übereinstimmend. In dem Gehäuse ii, welches die Siebtrommel einschließt, ist an jedem Ende eine kleine Thür wie l, um durch dieselbe den innerhalb der Trommel angesammelten Staub zu entfernen; und eine Oeffnung wie k, durch welchen der feinste Staub mit dem Luftzuge durch den Schornstein m fortgerissen wird. Der Schläger oder Schlaghaspel f empfängt seine Drehung mittelst einer an der Achse sitzenden Riemenrolle 4, auf welcher der Treibriemen 5 liegt. Die mit dem Tuche q unter der Siebtrommel h herauskommende Baumwolle wird zwischen zwei gußeiserne Zylinder s, s gefaßt, zusammengedrückt, so daß sie eine Art dicker Watte darstellt, und in dieser Gestalt auf die dünne hölzerne Walze v aufgerollt, welche durch Reibung an den beiden umgehenden Walzen t, u ihre Drehung empfängt. Die Räder 6, 7 gehören zum Triebwerke der Zylinder ss. Damit die Aufwickelung der Watte auf der Walze v recht fest geschehe, ruht letztere auf t und u mit starkem Drucke, der durch zwei Gewichte wie x (an jedem Ende eins) hervorgebracht wird. w ist die Stange, mittelst welcher das Gewicht x an dem Walzenzapfen hängt. Ein Hebel 1, 2, z, der in 1 seinen Drehungspunkt hat, und bei 2 mit der Stange w zusammenhängt, dient zum Aufheben des Gewichtes, wenn man die vollgewordene Walze von dem Drucke befreien will, um sie gegen eine leere zu vertauschen. Während dieser Zeit hängt man das Gewicht an einen Haken y auf, damit man nicht nöthig hat, den Hebel immer mit der Hand erhoben zu halten. Die Dicke der Watte, welche auf dieser Maschine erzeugt wird, muß auf das Genaueste regulirt werden, weil von ihr großentheils die Feinheit der Bänder, welche nachher die Kratzmaschine liefert, so wie selbst jene des Vorgespinnstes (also auch des Garnes) abhängt. Je feineres Gespinnst man beabsichtiget, desto dünner muß schon die Watte verfertigt werden. Eine Wattenmaschine kann in 12 Stunden 650 Pfund Baumwolle bearbeiten.

Das Kratzen oder Krempeln ist die nun zunächst folgende Arbeit. Es sollen dadurch die Baumwollfasern noch mehr von einander getrennt, und zugleich gerade ausgestreckt, parallel gelegt werden, während sie auf der Schlag- und Wattenmaschine unregelmäßig durcheinander geworfen worden sind. Das mechanische Mittel, durch welches die erwähnte regelmäßige Anordnung der Baumwollfasern erreicht wird, sind die Kratzen (Krempeln), über deren Beschaffenheit ausführlicher im Artikel Kratzen gesprochen wird. Hier sei nur angeführt, daß man unter dem Namen Kratzen oder Kratzenbeschlag Stücke dicken Leders versteht, welche dicht mit kleinen Häkchen von dünnem Eisendrahte besetzt sind (s. Fig. 77 und 78). Jedes solche Häkchen ist

Digitized by Google

doppelt, wie die kleine, zwischen Fig. 77 und 78 stehende Abbildung

zeigt. c a e und d b f sind die beiden Häkchen, deren Biegung bei a und b stumpfwinkelig ist. Der mittlere Theil c d des Drahtes, welcher beide Häkchen mit einander verbindet, bleibt hinterhalb des Bodens, in welches man durch feine dazu gemachte Löcher die Häkchen selbst einsticht. In der Kratzmaschine sind die Beschläge auf zylindrischen und ebenen Holzflächen aufgezogen, durch deren verschiedene Bewegung die Wirkung hervorgeht, welche man auf die Baumwolle hervorbringen will. Es seien in Fig. 77 a und b zwei mit Kratzen bezogene Oberflächen, deren Häkchen oder Zähne nach entgegengesetzten Richtungen geneigt stehen, und mit ihren Spitzen einander sehr nahe sind, jedoch ohne sich zu berühren. Man denke sich eine Flocke Baumwolle zwischen a und b gebracht, dabei a in der Richtung des Pfeiles fortschreitend, b aber in entgegengesetzter Richtung bewegt, oder auch stillstehend. Es ist klar, daß unter diesen Umständen jede der beiden Kratzen die Baumwollfasern oder Haare fassen muß; die Kratze a zieht dieselben fort, während b sich bestrebt, sie zurückzuhalten, oder gar in entgegengesetzter Richtung mitzunehmen. Wenn diese Einwirkung oft wiederholt wird, so ist die Folge davon, daß nach und nach jedes Haar in grader Richtung ausgestreckt wird, also alle Haare eine parallele Lage annehmen. Man nehme nun ferner an, dieser Erfolg sei mehr oder weniger erreicht, und die Baumwolle befinde sich in den Zähnen einer Kratze a (Fig. 78), welche man sich stillstehend, oder nach der Richtung des Pfeils, oder auch umgekehrt, bewegt vorstellen kann. Eine zweite Kratze, b, habe eine Bewegung nach Angabe des Pfeils, aber bedeutend schneller als jene von a. Unter diesen Umständen muß b die Baumwolle mit sich nehmen, welche a leicht fahren läßt, weil sie in der Richtung herausgezogen wird, wohin die Häkchen stehen. Hiermit ist das Mittel gegeben, die Baumwolle von einem Bestandtheile der Maschine abzunehmen, um sie einem anderen zu überliefern.

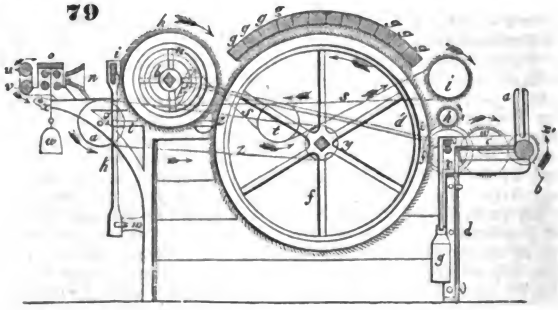
Nach diesen vorläufigen Betrachtungen über die Wirkungsart der Kratzen, wird sich die Konstruktion und der Effekt der Kratzmaschinen leicht erklären lassen. Diese Maschinen, welche jetzt allgemein an die Stelle der ehemals gebräuchlichen Handkratzen getreten sind, wurden von Lewis Paul in Northampton erfunden, von Richard Arkwright aber bedeutend verbessert, und fast ganz zu der jetzt üblichen Einrichtung ausgebildet. Obenhin betrachtet, besteht eine Kratzmaschine aus zwei oder mehreren, ringsum mit Kratzen überzogenen Zylindern, und aus einer Reihe schmaler flacher, ebenfalls mit Kratzen bekleideter Holzstücke, (so genannter Kratzdeckel), welche vereinigt die größte der Walzen (die sogenannte Trommel) gleich einem bogenförmigen Dache umgeben. Einige Kratzmaschinen bestehen nur aus Walzen, indem sie statt der erwähnten flachen und unbeweglichen Kratzdeckel mehrere kleine Kratz-Zylinder enthalten; solche werden jedoch nur zur Bearbeitung grober Baumwollsorten (und der Schafwolle) angewendet. In den Spinnereien, wo man feine Garne verfertigt, wird die Baumwolle durchgehends zweimal gekratzt, indem man sie zuerst auf der Vorkratze und sodann auf der Feinkratze bearbeitet. Diese beiden Maschinen sind wenig von einander verschieden. Die einzige Abweichung liegt nämlich darin, daß auf der Vorkratze die Baumwolle, nachdem sie

Digitized by Google

die Bearbeitung erlitten hat, in eine dünne und zarte aber breite Watte (ein Vließ oder einen Pelz) verwandelt wird; auf der Feinkratze hingegen in ein schmales, dagegen dickeres Band. Uebrigens sind die Kratzmaschinen beider Art entweder 18, oder 24, oder 36 Zoll breit. Bei der Fabrikation mittlerer und grober Garne kann man durch einmaliges Kratzen den Zweck genügend erreichen, und die Maschine ist in diesem Falle jederzeit mit der Vorrichtung versehen, durch welche die Baumwolle zu einem Bande umgewandelt wird.

Fig. 79 ist der senkrechte Durchschnitt einer Kratzmaschine von be-

79

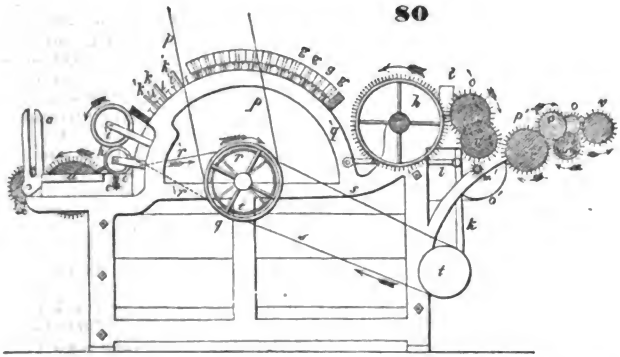


währter Konstruktion und zur Anwendung in dem Falle, daß die Baumwolle nur einmal gekratzt wird. a bedeutet eine von den zwei aufrechten gabelförmigen, zu beiden Seiten der Maschine befestigten Stützen, worin die eisernen Zapfen derjenigen hölzernen Walze gelegt werden, auf welche in der Watteumaschine die Baumwolle aufgerollt worden ist. Der Umkreis dieser Walze ruht auf einem hölzernen Zylinder b, durch dessen Umdrehung mittelst Friktion die allmälige Abwickelung der Watte befördert wird, indem diese auf dem Tische o fortgleitet, und von den zwei bei e befindlichen geriffelten Speisewalzen angezogen wird. Letztere sind von Eisen, haben $1\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser und 28 Kannelirungen auf ihrem Umkreise. g ist eins von den zwei Gewichten, welche an den Zapfen der obern Speisewalze hängen, und diese auf die untere niederdrücken. f ist die große Kratztrommel; ggg das bogenförmige Dach, welches durch 12 neben einander liegende Kratzdeckel gebildet wird; h die kleine Kratztrommel, welche auch der Abnehmer genannt wird, weil sie die Baumwolle nachdem selbe zwischen den Deckeln und der großen Trommel gekratzt worden ist, von der letzteren abnimmt; i ein stählerner feingezahnter Kamm, welcher durch eine rasch auf- und niedergehende Bewegung die Baumwolle aus den Drahthäkchen des Abnehmers als eine zusammenhängende, aber äußerst feine und lockere Watte herauskämmt. Der Kamm ist mit seinen Enden zwischen zwei aufrechten Stangen wie k befestigt, welche durch kleine Krummzapfen einer Welle auf- und niedergezogen, und durch Lenkstangen l in der gehörigen Richtung erhalten werden. Das gußeiserne Gestell der Maschine ist ringsum mit Bretern verschalt, und bildet so einen verschlossenen Kasten, in welchem nur bei d eine Thür sich befindet, damit man in's Innere gelangen und den darin sich ansammelnden Abfall der Baumwolle (kurze Fäserchen, Staub und kleine Schmutztheile) herausnehmen kann.

In Fig. 80, welche eine äußere Ansicht der Maschine von der entgegengesetzten Seite darbietet, ist die Art zu erkennen, wie die Kratzdeckel g über der Trommel befestigt werden; und zu besserer Erläuterung sind hier drei von den Deckeln weggenommen. Auf dem oberen

Digitized by Google

80



bogenförmigen Theile q' beider Gestellswände ragen 12 starke zylindrische eiserne Stifte hervor, und jeder Deckel hat an seinen beiden Enden ein Loch, womit er auf zwei solche Stifte gesteckt wird. Zu beiden Seiten eines jeden Stiftes stehen zwei eiserne Schrauben l', l', welche flache viereckige Köpfe haben, und in den Bogen des Gestells eingeschraubt sind. Auf den Köpfen dieser Schrauben ruhen die Deckel, und werden dadurch in der bestimmten Entfernung über der Trommel erhalten, wobei man ihre Stellung durch ein geringes Aus- oder Einschrauben der Schrauben auf das Genaueste adjustiren kann. h' und i' sind zwei Kratzwalzen, welche Läufer oder Igel genannt werden. Zwischen dem (mit geringer Geschwindigkeit umgehenden) großen Igel f und der Trommel f wird die Baumwolle gekratzt, bevor sie unter die Deckel g eintritt; die in den Drahthäkchen oder Zähnen von i hängen bleibende Baumwolle wird durch den schnell umlaufenden kleinen Igel h' wieder herausgekämmt, und der großen Trommel zurückgegeben.

Die dünne Watte, welche durch den Kamm i von der kleinen Trommel h abgelöset wird, geht durch einen blechernen Trichter n (Fig. 79), worin sie sich zu einem schmalen Bande zusammendrängt; dann durch zwei Paar Streckwalzen bei o; und endlich durch zwei glatte eiserne Zugwalzen, welche das Band mit angemessener Geschwindigkeit herausziehen, und es in eine untergesetzte blecherne Kanne fallen lassen. Die Walzen bei o bewirken eine Dehnung (Verlängerung) des Baumwollbandes, wodurch es entsprechend dünner wird. Die Unterwalzen sind von Eisen und geriffelt (kannelirt), die Oberwalzen ebenfalls von Eisen, aber mit Flanell und darüber mit Leder überzogen, so daß sie eine glatte und elastische Oberfläche haben. Zwei Gewichte gleich w drücken die oberen Walzen auf die unteren nieder. Zwischen dem ersten und zweiten Walzenpaare ist ein Zwischenraum, dessen Größe nach der Länge der Baumwollfasern bemessen, und daher für verschiedene Baumwollsorten abgeändert wird. Das zweite Paar (das vom Trichter n am weitesten entfernte) dreht sich mit größerer Geschwindigkeit als das erste, und führt also eine größere Länge Band heraus, als es von dem ersten Paare empfängt; die Folge hiervon ist eine entsprechende Streckung des Bandes während seines Ueberganges vom ersten zum zweiten Walzenpaare.

Die Bewegung der verschiedenen Theile der Maschine wird auf folgende Weise hervorgebracht. Der Riemen pp, Fig. 80, welcher von der unter der Zimmerdecke liegenden Betriebswelle herabkommt, treibt mittelst der Rolle q die große Trommel f (Fig. 79), und gibt ihr von

Digitized by Google

120 bis zu 130 Umdrehungen in der Minute. Von einer zweiten Rolle, r, an der Trommelachse wird mittelst des Riemens ss die Scheibe t in Umlauf gesetzt, deren Achse die Kurbeln m (Fig. 79) zum Auf- und Abziehen des Kammes i enthält. Eine Rolle von gleicher Größe mit r, welche sich innerhalb des Gestelles q' befindet, und also — da sie theils von r, theils von dem Gestelle bedeckt wird — in Fig. 80 nicht sichtbar sein kann, setzt mittelst des von ihr ausgehenden gekreuzten Riemens r', den kleinen Igel h' in die erforderliche schnelle Bewegung. Unter dem Theile des Bewegungs-Mechanismus, welcher in Fig. 79 durch punktirte Linien angegeben ist, bemerkt man eine Rolle y an der Achse der großen Trommel, und eine andere Rolle a', von welchen letztere durch den Riemen z ihre Bewegung erhält. Die Achse von a' trägt vorn (Fig. 80) ein Getrieb m', durch dessen Eingriff das Rad n' sich umdreht. Letzteres theilt die Bewegung einerseits an die kleine Trommel h, anderseits an die zum Strecken und Herausziehen des Baumwollbandes bestimmten Walzen mit. Zu ersterem Behufe greift ein Getrieb an der Achse von n', in das Zwischenrad o', und dieses in das Rad h der kleinen Trommel. Die Bewegung der Streckwalzen o entsteht dadurch, daß n' mittelst eines Zwischenrades p' das Rad x in Umdrehung setzt, dessen Achse auch in Fig. 79 angedeutet, und mit x bezeichnet ist. Die Achse von x trägt ein dickes oder breites Rad, in welches drei andere Räder zugleich eingreifen, die auf solche Weise ihre Bewegung empfangen, nämlich o,o und v, welche den unteren Zylindern der in Fig. 79 mit gleichen Buchstaben bezeichneten drei Walzenpaare angehören. Man sieht in Fig. 80, daß das Rad des zweiten Streckzylinders o kleiner ist, als das des ersten; wodurch die oben berührte ungleiche Geschwindigkeit beider hervorgeht. Der große Igel i' wird von der kleinen Trommel h aus getrieben (Fig. 79), wozu die Rolle u' an der kleinen Trommel der zweimal gekreuzte Riemen s' und die Spannwolle t' dienen. Um die Speisewalzen e in Gang zu setzen, ist an der Achse der kleinen Trommel h ein konisches Zahnrad b' angebracht, welches in das konische Getrieb o' der schrägliegenden Achse d' eingreift. Das untere Ende der der letzteren enthält ein zweites Getrieb, e', von welchem das Rad f' an der untern Speisewalze umgedreht wird. Jede der Speisewalzen trägt am entgegengesetzten Ende ein Getrieb e,e (s. Fig. 80), so daß hierdurch die Bewegung der untern Walze auch der obern mitgetheilt wird. Die Walze b (Fig. 79) empfängt die Drehung vermittelst ihres Rades x', welches durch ein Rad v' an der unteren Speisewalze und ein Zwischenrad w' umgetrieben wird. Die Umdrehungsgeschwindigkeit von b muß jener der Speisewalzen gleich sein, damit Erstere gerade so viel Watte abwickelt, als Letztere an sich ziehen.

Nachstehende Tabelle enthält eine Uebersicht der Geschwindigkeiten aller Haupttheile an der eben beschriebenen Kratzmaschine, wobei jedoch bemerkt werden muß, daß dieselben nicht unbedingt feststehen, sondern durch Auswechselung einiger Getriebe und Räder nach der Beschaffenheit der Baumwolle öfters etwas verändert werden müssen.

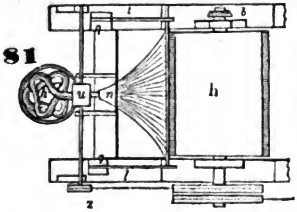
Namen der Bestandtheile.	Durchmesser. Zoll.	Umkreis. Zoll.	Umdrehungen in 1 Minute.	Umfangsgeschwindigkeit, Fuß in 1 Minute.
Große Trommel f . .	35	109.90	130	1190.60
Kleine Trommel h . .	14	43.96	4.38	16.04
Großer Igel i' . . .	6.25	19.62	5	8.17
Kleiner „ h' . . .	3.50	11.00	470	430.83
Speisewalzen e . . .	1.167	3.66	0.70	0.21
Erste Streckwalze o . .	1	3.14	68.71	17.98
Zweite „ . . .	1.167	3.66	114.52	34.96
Walze v (Fig. 79.) . .	2.50	7.85	54.66	35.75

Digitized by Google

Mit Voraussetzung dieser Geschwindigkeiten ergibt sich folgende Berechnung, welche hier dazu dienen mag, zu zeigen, wie sehr genau die Wirkung der Kratzmaschine der Kontrolle unterworfen werden kann und muß. In ähnlicher Weise läuft gleichsam, wenn man so sagen will, der Faden des Bewußtseins durch das ganze Maschinensystem einer Spinnerei, und weit genauer, als es irgend eine Menschenhand vermöchte, verrichten die fast sich selbst überlassenen Maschinen ihre Aufgabe gerade in solcher Weise, wie der anordnende Verstand des Mechanikers und Werkmeisters ihnen auferlegt hat. — Die Breite der Kratzmaschine wird zu 36 Zoll angenommen, und ferner (beispielweise) vorausgesetzt, daß eine 30 Fuß lange, 3 Fuß breite Watte, welche darauf verarbeitet wird, 5 Pfund wiege. In 1 Minute legt der Umkreis der Speisewalzen e einen Weg von 0. 21 Fuß zurück; eben so lang ist also das von ihnen in 1 Minute der großen Trommel zugeführte und von dieser verarbeitete Stück der Watte. Um diese Letztere ganz aufzuarbeiten, werden 143 Minuten (2 Stunden 23 Minuten) erfordert, wenn man die zufälligen kleinen Störungen nicht in Anschlag bringt. In dieser Zeit macht der Umkreis der Walzen n, o eine Bewegung von 35. 75 × 342, d. i. 5112 Fuß, und liefert also ein eben so langes Band, welches 5 Pfund (oder nahe so viel, da ein kleiner Abfall Statt findet) wiegt. Auf 1 Pfund gehen also ein wenig über 1000 Fuß Band, was der Feinheits-Nummer $^1/_6$ nach der für die Garne eingeführten englischen Bezeichnung entspricht. Die 30 Fuß lange Watte geht, dem Gesagten zufolge, auf die 170fache Länge ausgedehnt, aus der Maschine hervor, aber ihre Breite ist von 36 Zoll auf etwa $1^1/_4$ oder 2 Zoll vermindert. Es läßt sich sehr leicht zeigen, daß während der Bearbeitung die Baumwolle auf einen noch viel größern Raum ausgebreitet wird. In einer Minute, während welcher o. 21 Fuß Watte durch die Speisewalzen eingeführt werden, durchläuft jeder Punkt auf dem Umkreise der großen Trommel k einen Weg von 1190.6 Fuß, und bekleidet sich gleichsam in unendlich dünnen Schichten mit der ihm überlassenen kleinen Menge Baumwolle. Letztere wird nämlich in der That von 0.21 Fuß auf 1190.6 Fuß, d. h. auf das 5670fache ihrer Länge auseinander gezogen, wodurch sowohl die äußerste Auflockerung, als auch eine beinahe vollkommene Geradelegung aller Fasern erfolgt. Wiegt eine 30 Fuß lange Watte 5 Pfund, so ist das Gewicht von 0.21 Fuß Watte nicht mehr als $1^1/_4$ Loth, und diese geringe Menge wird auf einen Raum von 1190.8 Fuß Länge und 3 Fuß Breite, also 3572 Quadratfuß Flächeninhalt auseinander gezogen, so daß — wenn diese unfaßbar zarte Baumwollmasse für sich darstellbar wäre, und nicht sich auf dem Umkreise der großen Trommel übereinander legte, 1 Quadratfuß davon nur den 3175sten Theil eines Lothes wiegen würde.

Nicht bei allen Kratzmaschinen wird das Band, welches sie liefern, zugleich gestreckt. In sofern dieß nicht in der Absicht liegt, fallen die beiden Walzenpaare o (Fig. 79) weg, und das Band wird bloß von dem Walzenpaare u v aus dem Trichter n hervorgezogen. Diese Einrichtung ist Fig. 81 im Grundrisse dargestellt, woraus man zugleich deutlich die Art erkennt, wie die von der kleinen Trommel mittelst des Kammes abgelöseten feine Watte beim Durchgange durch den Trichter die Gestalt des Bandes annimmt. Es bezeichnet hier h die kleine Trommel; l,l die Lenkstangen des Kammes, welche in q ihre Drehungspunkte haben; n den Trichter; u die obere Zugwalze; h' die Blechkamme mit dem darin angesammelten Bande; x die Riemenscheibe, mittelst welcher die kleine Trom-

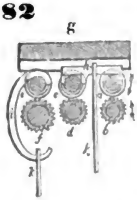
81



mel ihre Bewegung empfängt; y und x die zwei Riemenscheiben, durch welche die Bewegung von h auf die Zugwalzen übertragen wird; b das konische Rad, welches die Bewegung von h auf die Speisewalzen der Kratzmaschine überträgt.

Das Strecken. — Die von den Kratzmaschinen gelieferten Bänder sind außerordentlich zart und locker, aber die Baumwollfasern liegen darin noch nicht so vollkommen parallel mit einander, als es zum Behufe der Maschinenspinnerei nöthig ist, damit sie ohne Schwierigkeit zu einem recht gleichförmigen Faden ausgezogen werden können. Daher muß, bevor der geringste Grad von Drehung gegeben wird, eine Arbeit mit den Bändern unternommen werden, deren Zweck darin besteht, die Parallel-Legung der Fasern zu vollenden, wie auch alle Ungleichheiten in der Dicke der Bänder wegzuschaffen. Diese Arbeit ist das Strecken, womit das Dupliren, d. h. die Zusammenlegung und Vereinigung mehrerer Bänder, verbunden wird. Das hierbei benutzte mechanische Mittel sind die Streckwalzen, welche eigentlich die Seele des ganzen Baumwollspinnprozesses ausmachen, und hier ausführlich erklärt werden müssen, weil sie an allen weiterhin zur Anwendung kommenden Maschinen wieder auftreten. Hierdurch wird zugleich nachträglich das nöthige Licht über diejenigen (ganz eben so beschaffenen) Streckwalzen verbreitet, deren oben bei der Beschreibung der Kratzmaschine gedacht ist. Es seien a und b in Fig. 82,

82



die Querdurchschnitte zweier auf einander liegender Walzen, welche sich mit angemessenem Drucke berühren und nach der Richtung der Pfeile umgedreht werden. c, d und e, f seien zwei ähnliche Walzenpaare; h bedeute einen Sattel, welcher auf den Zapfen der ersten zwei Oberwalzen (a, c) ruht und durch ein an der Stange k hängendes Gewicht beschwert ist, um den schon erwähnten Druck hervorzubringen. Eine ähnliche Vorrichtung i k ist für die dritte Oberwalze, e, vorhanden. Jedes Walzenpaar würde, insofern es allein vorhanden wäre, wenn man ihm ein Baumwollenband darbietet, während die Zylinder in Umdrehung begriffen sind, dasselbe einziehen, und wesentlich unverändert wieder abgeben. Dabei folgt aus der Natur der Sache, daß während einer vollen Umdrehung, der Walze b z. B., ein Stück Band durchgeführt wird, dessen Länge gleich ist dem Umkreise dieser Walze. In gegebener Zeit geht also soviel Band durch, als die Größe des Walzenumkreises multiplizirt mit der Anzahl vollbrachter Umdrehungen ausdrückt. Die Anordnung ist nun so getroffen, daß die Umfangsgeschwindigkeit des Walzenpaares c, d größer ist als jene von a, b; und die von e, f wieder größer als jene von c, d. Daher geschieht es, daß jedes folgende Walzenpaar eine größere Menge Band abliefert, als es von dem vorhergehenden empfängt; und die Folge hiervon besteht in einer entsprechenden Streckung (Verlängerung) des Bandes bei seinem Uebergange vom ersten Walzenpaare zum zweiten, so wie vom zweiten zum dritten. Man befolgt die Regel, den Haupttheil der Streckung zwischen dem zweiten und dritten Walzenpaare Statt finden zu lassen, und zwischen dem ersten und zweiten nur wenig zu strecken. Die Walzenpaare a, b und c, d behalten immer die nämliche Stellung gegen einander; aber ihre Entfernung von dem dritten Paare, e, f, wird nach Erforderniß verändert, indem man sie der Länge der Baumwolle anpassend macht. Der Abstand zwischen den Mittelpunkten von b und d (oder, was das Nämliche sagen will, zwischen den Berührungslinien dieser beiden Walzen mit ihren Oberwalzen a und c) ist ein für allemal so regulirt, daß sie größer ist, als die Länge der allerlängsten Baumwollfasern; es kann somit niemals eine Faser in Gefahr kommen, dadurch abgerissen zu werden, daß c, d sie fortziehen, während a, b

Digitized by Google

noch sie festhalten. Zwischen c, d und e, f, wo die größte Streckung Statt findet, muß (um der Beschädigung des Bandes zuvorzukommen und eine recht gleichmäßige Streckung zu erhalten) der Abstand so gering sein, als die Länge der Baumwollfasern erlaubt; denn auch hier ist es eine Bedingung, daß niemals eine Faser von beiden Walzapparaten zugleich gefaßt sei. Daher müssen c, d desto näher an e, f stehen, je kürzer die Baumwolle ist, welche man verarbeitet. Die Unterwalzen b, d, f sind von geschmiedetem Eisen und auf dem Umkreise geriffelt, d. h. mit parallelen dreieckigen Ausferbungen versehen; man nennt sie daher gewöhnlich Riffelwalzen. Die Oberwalzen a, c, e (Druckwalzen genannt) bestehen zwar ebenfalls aus Eisen, sind aber glatt und mit einem doppelten Ueberzuge versehen, welcher ihre Oberfläche weich und elastisch macht. Ein Ueberzug von Flanell, den man zusammennäht oder zusammenleimt, wird zuerst angebracht; darüber eine Bekleidung von Leder, dessen Kanten abgeschärft und (mit Hausenblase in Bier aufgelöst) so über einander geleimt werden, daß die Fuge der glatten und richtigen Zylindergestalt keinen Eintrag thut. Ein Stück Holz g, welches unterwärts mit Flanell bekleidet ist (ein so genannter Putzdeckel) liegt auf den drei Druckwalzen, um bei deren Umdrehung die daran hängen gebliebenen Baumwollfasern abzustreifen. In derselben Absicht bringt man unter den Riffelwalzen ähnliche Holzstücke an, die mittelst Gewichten, deren Schnüre über Rollen geleitet sind, angedrückt werden. Statt der oberen Putzdeckel g gebraucht man zuweilen leichte hölzerne, mit Flanell überzogene Walzen. Die Riffelwalzen b, d, f werden durch Räderwerk mit der ihnen zugedachten Geschwindigkeit in Umdrehung gesetzt; die Druckwalzen a, c, e haben keine selbstständige Drehung, sondern werden nur durch die Friktion an den Riffelwalzen mitgeführt und nehmen daher dieselbe Umfangsgeschwindigkeit an, welche jene haben. — So viel über die Streckwalzen im Allgemeinen. Wir kehren nun zum Strecken der Bänder im Besonderen zurück, als der ersten Behandlung, welcher dieselben, nach ihrer Verfertigung auf der Kratzmaschine, unterzogen werden.

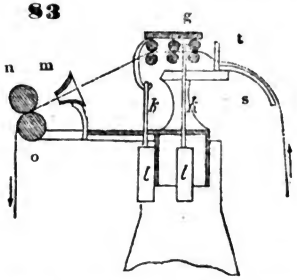
Es ist schon angezeigt worden, auf welche Weise die Verlängerung des Bandes zwischen den Streckwalzen erfolgt. Diese Verlängerung ist von einer Bewegung aller einzelnen Baumwollfasern verbunden, wobei dieselben neben einander hergleiten, gleichsam einander streichen, und sich dadurch gegenseitig geraderichten. Soll aber hierdurch der völlige Parallelismus der Fasern erzielt werden, so muß die Streckung sehr beträchtlich sein, damit während derselben jede Faser einen großen Weg durchläuft. Bei einer solchen Behandlung würde sehr bald das Band so dünn werden, daß es, ungedreht wie es ist, seinen Zusammenhang verlieren, d. h. abreißen müßte. Man begegnet dieser Gefahr dadurch, daß man jederzeit mehrere Bänder zusammenlegt, die sich beim Durchgange durch die Walzen zu einem Bande vereinigen.

Man nennt dieses Verfahren dupliren, und wendet es gewöhnlich in solchem Maße an, daß das duplirte und gestreckte Band ungefähr eben so dick ist, als das einfache Band vor dem Strecken war. Wenn z. B. die Bänder mittelst der Walzen auf die 5- oder 6fache Länge ausgedehnt werden, so duplirt man sie auch 5- oder 6fach, d. h. läßt 5 oder 6 Bänder vereinigt durch die Walzen gehen. Doch finden hierin Abweichungen Statt. Das Dupliren hat noch einen andern Nutzen, nämlich den, daß es den Bändern eine gleichförmigere Dicke verschafft, indem mehr oder weniger die zufällig dickeren Stellen des einen Bandes neben dünnere Stellen der übrigen Bänder zu liegen kommen, überhaupt die Ungleichheiten eines einzelnen Bandes in der wiederholten Vereinigung mit mehreren andern Bändern allmälig weniger bemerkbar werden, und endlich verschwinden.

Die Streckmaschine, Streckbank oder Strecke, worauf die in Rede stehende Bearbeitung der Bänder vorgenommen wird, ist Fig.

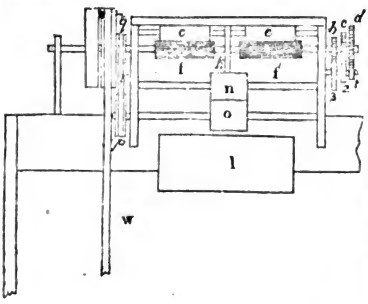
Digitized by Google

83



83 im Profil und Fig. 84 im Aufrisse vorgestellt, mit Weglassung derjenigen Theile, welche nicht unmittelbar zum Verstehen ihrer Wirkung nothwendig sind. Die drei Paar Streckwalzen sind in Fig. 83 durch die sechs schraffirten Kreise im Durchschnitte angegeben; in Fig. 84 sieht man das letzte Paar bei e, f, indem f die Riffelwalze, und e die Druckwalze bedeutet. g ist der Putzdeckel. k, k sind die Tragstangen der Gewichte l, l. Jede Riffelwalze und jede Druckwalze wird, wie man aus Fig. 84 erkennt, durch einen glatten Hals, der ihren mittleren Theil einnimmt, in zwei gleiche Theile (Bahnen) getrennt; auf dem Halse der Druckwalzen ruht der Sattel h und die Klammer i (Fig. 82), von welchen schon oben die Rede gewesen ist. Die Baumwollbänder werden in den Blechkannen, in welchen sie vor der Kratzmaschine aufgesammelt worden sind, vor die Strecke gebracht. Wenn nun z. B. sechsfach duplirt werden soll, so nimmt man drei Bänder zusammen und leitet sie durch die eine Abtheilung oder Bahn der Streckwalzen; drei andere werden eben so durch die andere Bahn geleitet. Der Lauf der Bänder wird in Fig. 84 durch die punktirte Linie und die derselben beigesetzten Pfeile angegeben. s bedeutet ein bogenförmiges Blech, über welches die Bänder herauf kommen, und t eine breite eiserne Gabel, durch welche sie die Richtung nach den Walzen hin erhalten. Wenn die zwei dreifachen Bänder durch alle drei Walzenpaare gegangen und von denselben ausgestreckt sind, laufen sie hinter den letzten Walzen in schräger Richtung zusammen, und vereinigen sich im Durchgehen durch einen messingenen Trichter m (Fig. 83) zu einem einzigen Bande, welches von den glatten eisernen Zugwalzen n o herausgeführt wird, um wieder in eine blecherne Kanne herabzufallen. Die verlängerte Achse der dritten (zunächst an dem Trichter befindlichen) Riffelwalze ist mit einer Riemenscheibe u versehen, und wird mittelst des Riemens w, welcher von einer unterhalb befindlichen Welle herkommt, in Umlauf gesetzt. v ist eine lose Rolle, auf welche der Riemen hinübergeschoben wird, wenn die Maschine still stehen soll; q eine kleine Scheibe auf der nämlichen Achse; p eine ähnliche an der Achse der Zugwalze o, und r der Riemen, welcher die Bewegung von q auf p überträgt. Das kleine Zahnrad b befindet sich am entgegengesetzten Ende auf der Achse der dritten Riffelwalze; c ist ein größeres Rad an der mittleren, und d ein noch größeres an der ersten Riffelwalze. Die drei Räder 1, 2, 3, ebenfalls von verschiedener Größe, befinden sich auf einer besonderen gemeinschaftlichen Achse und greifen in jene drei zuerst erwähnten ein, sind aber in der Figur ohne Zähne gezeichnet, damit ihre Größe im Verhältnisse

84



Digitized by Google

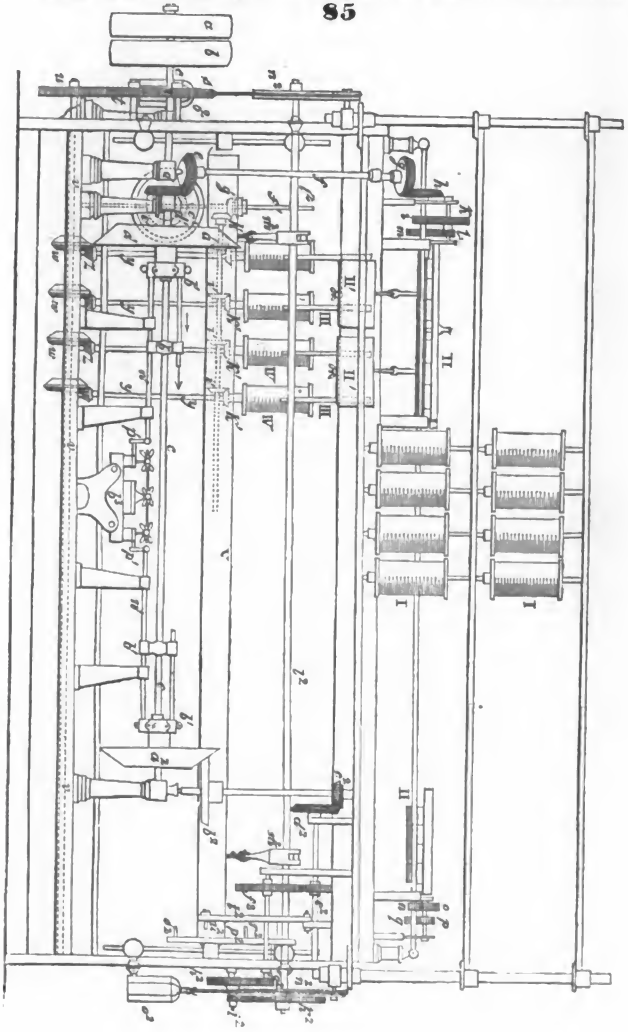
zu b. c. d, deutlicher in die Augen fällt. Indem das Rad 3, und also die Hülfswelle nebst allen Rädern 1, 2, 3 durch den Eingriff von b in Umdrehung kommt, setzt 2 die mittlere Riffelwalze und 1 die erste Riffelwalze in Bewegung, wobei das richtige Verhältniß der Geschwindigkeiten durch die verschiedene Größe der Räder entsteht. Es macht z. B. während 4 Umgängen von b, c $1^{3}/_{4}$ und d 1 Umgang. Hat nun die erste Riffelwalze 1 Zoll, die zweite 1 Zoll, die dritte $1^{1}/_{4}$ Zoll im Durchmesser, so verhalten sich die Umfangsgeschwindigkeiten der Reihe nach wie die Zahlen 1, $1^{3}/_{4}$, 5. Jeder Zoll Band, welcher durch das erste Walzenpaar eintritt, wird demnach durch das zweite Paar auf $1^{3}/_{4}$ Zoll, und durch das dritte Paar ferner bis auf 5 Zoll verlängert. Diese Verhältnisse werden nach Erforderniß abgeändert, indem die Gesammtstreckung zuweilen weniger, oft auch mehr als das Fünffache beträgt (vom Vierfachen bis zum Achtfachen). Eben so duplirt man auch mehr oder weniger Bänder zusammen, nämlich 4, 5, 6, 7 oder 8. — Alle bisher erwähnten Theile bilden zusammengenommen das, was man einen Kopf der Strecke nennt; es sind aber 4, 5 und selbst 6 Streckköpfe neben einander auf dem bankförmigen Gestelle der Maschine angebracht, und das aus dem ersten Kopfe hervorgehende Band wird wieder duplirt durch den zweiten Kopf geleitet; das hier entstehende Band wieder duplirt durch den dritten Kopf, u. s. w. Die außerordentliche Wirkung, welche hieraus für die Gleichförmigkeit der Bänder und die Parallel-Legung der Fasern in denselben hervorgeht, wird durch folgende Betrachtung einleuchtend. Angenommen, die Strecke arbeite mit 5 Köpfen, strecke in jedem Kopfe auf das Sechsfache, und man duplire vor den ersten drei Köpfen 6fach, vor dem vierten und fünften aber nur 5fach, so sind in dem zuletzt aus dem fünften Kopfe hervorgehenden Bande nicht weniger als $6 \times 6 \times 6 \times 5 \times 5$ d. i. 5400 ursprüngliche Bände vereinigt, deren jedes $6 \times 6 \times 6 \times 6 \times 6$ mal, d. h. auf das 7776fache der anfänglichen Länge ausgedehnt ist. Die Dicke des fertig gestreckten Bandes, ausgedrückt durch das Gewicht bei gegebener Länge, wird sich mithin, in diesem Falle bei dem fertig gestreckten Bande zu jener des anfänglichen Bandes verhalten wie 5400 zu 7776; und wenn z. B. das Band, welches die Kratze lieferte, 1000 Fuß im Pfunde lang war (S. 113), so würden nunmehr von dem gestreckten Bande 1440 Fuß auf 1 Pfund geben, wenn kein Abfall Statt fände. Da jedoch immer einige Fasern an den Druckwalzen hängen bleiben, die von den Putzdeckeln abgeputzt werden, so ist das Band in der That etwas feiner (leichter), als die Rechnung ergibt.

Das Vorspinnen. — Die gestreckten Bänder bedürfen, um in Garnfäden verwandelt zu werden, noch einer sehr bedeutenden Verfeinerung, und müssen zugleich gedreht werden. Der Theorie nach könnte man mit dem Strecken bis zu Ende fortfahren, und die Drehung erst zuletzt eintreten lassen; allein in der Ausübung ist durch die Natur des Materials dieses Verfahren nicht gestattet. Je dünner nämlich das Baumwollband wird, desto weniger Zusammenhang hat es; desto leichter trennen und zerstreuen sich die Fasern; kurz, desto mehr ist es der Gefahr ausgesetzt, bei der fortgesetzten Ausdehnung abzureißen, wenn nicht zugleich durch eine angemessene Behandlung die Fasern einander genähert und zusammengehalten werden. Diese Behandlung besteht in einem geringen Grade von Drehung, welchen man dem schon bedeutend verdünnten Bande ertheilt. Die Vereinigung dieser schwachen Drehung mit dem fortschreitenden Ausziehen oder Verfeinern bildet das, was man Vorspinnen nennt, und wodurch ein grober, lockerer, mit wenig Drall versehener Faden, das sogenannte Vorgespinnst, entsteht. Bei der Erzeugung aller mittelfeinen und feinen Garne wird sogar das Vorspinnen zweimal vorgenommen, wobei das erste Mal ein grobes Vorgespinnst (gewöhnlich Lunte genannt) von der Dicke einer Federspule bis zu jener eines kleinen Fingers, und das

Digitized by Google

zweite Mal feines oder eigentliches Vorgeſpinnſt, ungefähr von der Stärke eines Bindfadens, entſteht. Aus letzterem wird ſodann auf der Spinnmaſchine (durch das ſogenannte Feinſpinnen) das Garn gebildet. Nur zu groben Garnen reicht einmaliges Vorſpinnen hin.

Zur Verrichtung des Vorſpinnens ſind im Laufe der Zeit mehrere Arten von Vorſpinnmaſchinen in Gebrauch gekommen, von denen einige gegenwärtig ſchon faſt ganz wieder aus den Spinnereien ver-



schwunden sind. Die jetzt am meisten angewendete, zugleich ohne Widerrede die beste Art unter diesen Maschinen ist die Spindelbank. Eine der neuesten Konstruktionen derselben ist in den Figuren 85 bis 88 abgebildet. Fig. 85 ist der Aufriß von hinten; Fig. 86 Endansicht der rechten und Fig. 87 die Endansicht der linken Seite. In Fig. 88 A bis H sind einzelne Bestandtheile nach einem größeren Maßstabe vorgestellt.

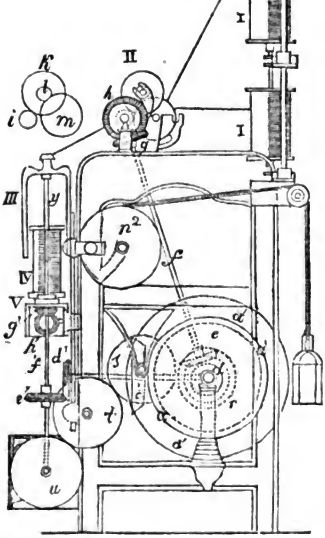
Wenn die Spindelbank zur Verarbeitung der Bänder in grobes Vorgespinnst (Lunte) angewendet wird, — in welchem Falle man sie insbesondere Grobspindelbank nennt, — so werden die mit Band gefüllten Blechkannen hinter derselben aufgestellt, um daraus die Bänder in die Maschine zu leiten; oder man windet vorher die Bänder auf Spulen und stellt diese hinten in die Maschine. Bedient man sich ihrer aber zur Umwandlung der Lunte in feineres Vorgespinnst (Feinspindelbank), so sind immer die mit Lunte von der Grobspindelbank vollgewickelten großen Spulen oben im hintern Theile der Maschine aufgestellt. Diese Spulen sieht man bei I, I (Fig. 85, 86, 87), jedoch nicht der vollen Zahl nach, angegeben. Von ihnen gehen die Lunten nach den bei II befindlichen drei Paar Streckwalzen, welche von derselben Einrichtung wie bei der Streckbank sind, und daher nach dem oben darüber Vorgekommenen keiner Erklärung mehr bedürfen. Bei II, II' in Fig. 85 sieht man zwei von den Druckgewichten. Je zwei über einander stehende Spulen senden ihre Fäden vereinigt an derselben Stelle unter die Walzen, damit ein einziger Vorgespinnstfaden daraus wird. Der Zweck dieses Duplirens ist hier wieder der nämliche, wie bei der Bearbeitung der Bänder auf der Streckbank. Aus den Walzen treten vorn die beträchtlich verfeinerten Fäden heraus, und gehen schräg abwärts nach den Spindeln y, auf welchen die Flügel III und die Spulen IV sich befinden. Die Spindeln werden in schnellen Umlauf um ihre Achse gesetzt, und drehen dadurch den Faden; die Spulen dienen zur Aufwickelung des so erzeugten Vorgespinnstes. In Fig. 88 B ist der obere Theil einer Spindel vorgestellt. Auf dem obersten Ende derselben steckt der hohle gabelförmige Flügel III fest, durch dessen mittlere Oeffnung der (durch eine punktirte Linie angedeutete) Faden eintritt, um sogleich wieder bei einem Seitenloche herauszukommen, im Innern des einen rohrförmigen Armes des Flügels herabzugehen, und sich unten beim Austritte in horizontaler Richtung nach der Spule hinzuwenden. Um die Aufwickelung des Vorgespinnstes zu bewirken, geht die Spule zwar nach derselben Richtung, aber schneller um ihre Achse als die Spindel, und beide müssen demnach auf getrennten Wegen eine Umdrehung von angemessener Geschwindigkeit empfangen. Dabei steigt die Spule zugleich längs der Spindel auf und nieder, um sich in ihrer ganzen Länge gleichmäßig zu bewickeln. Dieß wird erreicht, indem sämmtliche Spulen (die gegenwärtige Maschine ist auf 16 Spindeln eingerichtet, wiewohl nur ein Theil derselben in Fig. 85 gezeichnet ist) auf der Spulenbank oder dem Wagen V stehen, der sich langsam auf und ab bewegt. Da die Spulen durch die allmälige Bewickelung stufenweise an Durchmesser zunehmen, also bei einer einzelnen Umdrehung in den späteren Perioden mehr Fadenlänge aufwickeln als in den früheren; so muß die Geschwindigkeit ihrer Umdrehung nach Maßgabe jenes Dickerwerdens abnehmen. Und da ferner ein Aufsteigen oder ein Niedergang des Wagens stets während einer bestimmten Anzahl von Umläufen Statt finden muß, so ist es nöthig, daß auch die Schiebung der Spulen (die Hebung und Senkung des Wagens) eine entsprechende Verzögerung erleide. Dieser Umstand ist es hauptsächlich, welcher die Einrichtung der Spindelbank so komplizirt macht, als sie wirklich ist.

Der Bewegungs-Mechanismus ist, nach dem Vorausgegangenen, ein vierfacher, nämlich a, zur Bewegung der Streckwalzen; b, zur Umdrehung der Spindeln mit den Flügeln; c, zur Umdrehung der Spulen;

Digitized by Google

d, zum Auf- und Niedergange des Wagens, womit die Spulen gehoben und gesenkt werden. Um eine genügende Einsicht in den höchst sinnreichen und sehr zusammengesetzten Bau der Spindelbank auf die leichteste Weise zu gewähren, müssen diese vier Mechanismen getrennt betrachtet werden. Zuletzt fügen wir die nöthige Erläuterung über den Regulator hinzu, durch welchen die stufenweise abnehmende Geschwindigkeit der Spulen (s. oben) erzeugt wird.

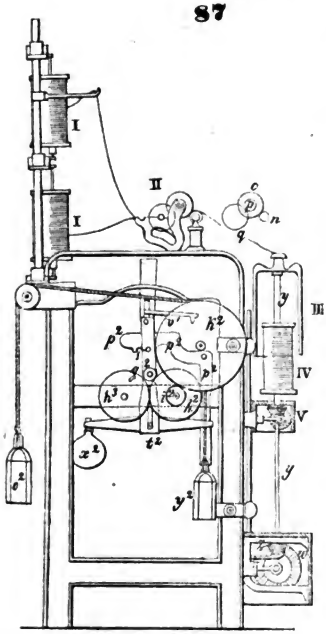
a) Bewegung der Streckzylinder. — a ist die lose und b die feste Riemenscheibe auf der horizontalen Hauptwelle c, welche durch einen Riemen die Bewegung von der Dampfmaschine aus erhält, um sich mittelst der verschiedenen Mechanismen allen Theilen der Spindelbank im gehörigen Maße mitzutheilen. Die Welle c macht bei regelmäßigem Gange 183.37 Umläufe in 1 Minute. Auf derselben sitzt das konische Rad d (Fig. 85, in Fig. 86 punktirt), welches in ein ähnliches Rad e eingreift, und dadurch die schiefliegende Welle f umdreht. Oben an f sitzt ferner das Rad g, wodurch ein viertes konisches Rad h umgedreht wird. Dieses befindet sich an der Welle der vordersten Streckwalzen-Reihe. Eben diese Welle enthält sodann ein kleines Rad i; dieses treibt das Rad k; mit k wird zugleich das an der nämlichen Achse angebrachte kleine Rad l bewegt, und durch den Eingriff des letzteren das Rad m, welches mit der hintersten Streckwalzen-Reihe verbunden ist, also dieselbe treibt. Die gegenseitige Stellung der Räder i, k, l, m, erkennt man am deutlichsten aus der neben Fig. 86, oben



links, stehenden kleinen Zeichnung, in welcher dieselben durch die verschiedenen Kreise vorgestellt sind. — Mit i auf einer und derselben Welle (nur am entgegengesetzten Ende) sitzt ein Rad n; dieses greift in o; mit o wird zugleich p bewegt, welches sich auf der nämlichen Achse befindet; und indem p in das größere Rad q eingreift, empfängt dieses, und die mittlere Streckwalzen-Reihe, an welcher es sitzt, die Bewegung. Die Stellung der Räder n, o, p, q wird durch die kleine Zeichnung erläutert, welche neben Fig. 87, oben an der rechten Seite steht. — Das Rad d hat 32 Zähne, e 32, g 38, h 58, i 27, k 56, l 23, m 46, n 22, o 36, p 25, q 36 Zähne. Hiernach kommen auf 1 Umgang der hinteren Streckzylinder 1.75 Umdrehungen der mittleren, 4.13 der vorderen Zylinder, und 6. 31 der Hauptwelle c. Haben nun die hinteren Walzen 1 Zoll und die vorderen $1\frac{1}{8}$ Zoll Durchmesser, so verhalten sich ihre Umfangsgeschwindigkeiten wie $1 : 4.13 \times 1\frac{1}{8} = 1 : 4\frac{2}{3}$ (nahe); d. h. jeder Zoll Lunte, welcher in die Hinterzylinder eintritt, geht aus den Vorderzylindern auf $4\frac{2}{3}$ Zoll Vorgespinnst gestreckt hervor. Bei 183.37 Umläufen der Welle c, welche in 1 Minute Statt finden, geschc-

Digitized by Google

87



hen daher sehr nahe 29 Umgänge der Hinterzylinder und 120 der Vorderzylinder; es werden dadurch für jede Spindel 91 Zoll Lunte verarbeitet und 424 Zoll Vorgespinnst daraus erzeugt.

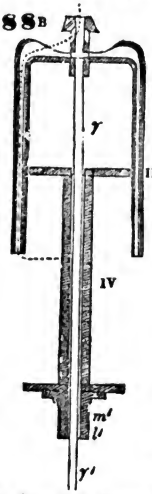
b) Bewegung der Spindeln und Flügel. — An der Hauptwelle c sitzt das Rad r (punktirt in Fig. 86); durch r erhalten die Räder s, t, u ihre Bewegung, und u treibt die horizontale Spindelwelle v (punktirt in Fig. 85), an deren Ende es befestigt ist. Auf dieser Welle v sitzen 16 konische Räder gleich w, wodurch eben so viele konische Getriebe wie z sammt den an letzteren befindlichen Spindeln y in Umdrehung gesetzt werden. Das Rad r hat 39, s, t und u jedes 60; jedes der Räder w 56, und jedes Getrieb z 18 Zähne. Daraus ergibt sich, daß die Spindeln y $2^1/_{18}$ Umdrehungen bei jedem Umgange der Hauptwelle c, und $2^1/_{18} \times 183.37 = 370.82$ in 1 Minute machen. In 1 Minute werden aber von den Streckwalzen 424 Zoll Faden geliefert, und dieser empfängt demnach auf 1 Zoll Länge $\frac{370.82}{424}$ d. i. $^7/_8$ einer Drehung. Einer stärkeren, wenigstens einer viel stärkeren Drehung bedarf im Allgemeinen grobes Vorgespinnst nicht; auch würde eine starke Drehung das fernere Ausziehen verhindern.

c) Bewegung der Spulen. — Auf der Hauptwelle o befindet sich (in Fig. 85 an der linken Seite) der völlig glatte (nicht verzahnte) Konus a', welcher auf derselben mittelst einer Hülse verschiebbar ist, und entsprechende Führungen b', b', besitzt. a' treibt durch Friktion den kleineren, ebenfalls glatten Konus e' (Fig. 85, 86). An der Welle von e' sitzt das Rad d', welches das Rad e', und durch letzteres die vertikale Welle f' umdreht. Auf dieser ist das Rad g' so angebracht, wie Fig. 88 A zeigt. Die Welle hat nämlich nach ihrer Länge einen prismatischen Ansatz, der in eine gleichgestaltete Furche oder Nuth im Innern der Radnabe greift, und somit diesem Rade g' eine Verschiebung längs der Welle gestattet, während die drehende Bewegung dem Rade oder der Welle stets gemeinschaftlich ist. Durch g' wird das Rad h' und mittelst dieses letzteren eine horizontale (in Fig. 85 durch Punktirung zum Theil angegebene) Welle bewegt, an welcher 16 andere konische Räder i', i' sitzen, um durch ihren Eingriff in ähnliche Räder k', k' die Spulen IV zu treiben. Die Spulen sind mit den Muffen l' (Fig. 88 B) der Räder k' durch eine Nase m so in Verbindung gesetzt, daß sie sich mit gedachten Rädern zugleich umdreben, aber doch, nachdem sie sich mit Vorgespinnst gefüllt haben, abgehoben werden können.

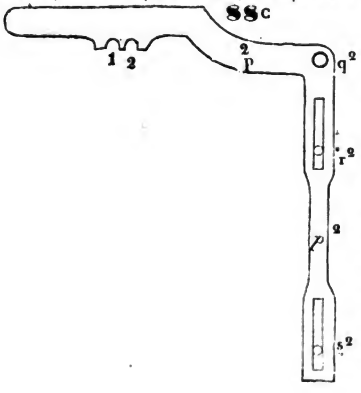
88A

Digitized by Google

Damit die Spulen bei zunehmender Dicke allmählig langsamer gehen, ist dem Konus a' durch entsprechend angebrachte Gewichte ein Bestreben ertheilt, sich nach der rechten Seite von Fig. 85, in der Richtung der Pfeile, zu bewegen; so daß a' dem Konus c, nach und nach einen kleineren Durchmesser darbietet. Das Gesetz für das gehörige Zurückweichen des Konus a' wird durch den Regulator erzeugt, mit welchem er durch die Stäbe n' und Rüsse p' in Verbindung steht. — Es hat das Rad d' 44 Zähne, e' 42, g' 31' h' 31, i' 32, k' 25 Zähne. Mithin macht jede Spule 1. 34 Umgang, während die Welle des kleinen Konus i' ein Mal herumkommt. In welchem Verhältnisse diese letztere Welle schneller geht, als die Hauptwelle c, hängt von der augenblicklichen Stellung beider Konen gegen einander ab. Diese muß immer eine solche sein, daß die Spulen eine gewisse (von ihrer Dicke abhängende) Anzahl Umdrehungen mehr machen, als die Spindeln; denn eben nur durch diesen Ueberschuß von Geschwindigkeit haben die Spulen das Vermögen, den erzeugten Vorgespinnstfaden aufzuwickeln. Die näheren Angaben werden unten, bei der Beschreibung des Regulators, vorkommen.



d) Bewegung des Wageus. — a^2 (Fig. 85 nahe am rechten Ende) ist der den Wagen treibende Konus, glatt wie a', und eben so mit Führungen b', b' versehen, mittelst deren er sich längs seiner Welle, welche die Hauptwelle c ist, verschieben kann. b^2 ein von a^2 durch Friktion getriebener Konus, durch welchen das an derselben stehenden Welle befindliche Rad c^2 bewegt wird. c^2 greift in das Rad d^2 ein, an dessen Welle ferner e^2 sitzt, und durch letzteres wird f^2 getrieben. Auf der Welle von f^2 steckt das kleine Rad g^2 (s. auch Fig. 87), durch dessen Eingriff h^2 die Bewegung empfängt. h^2 befindet sich mit i^2 an derselben Welle, von welchem endlich das Rad k^2, und mit diesem die Riemenwelle l^2 (Fig. 85) bewegt wird. Die Riemen m^2, m^2, an welchen der Wagen V aufgehangen ist, sind auf Scheiben der Welle l^2 befestigt. Das Aufsteigen des Wageus wird durch die Gewichte o^2, o^2 unterstützt, die an Schnüren hängen. Letztere liegen befestigt auf dem Umkreise von Scheiben n^2, n^2, welche an der Welle l^2 sitzen.



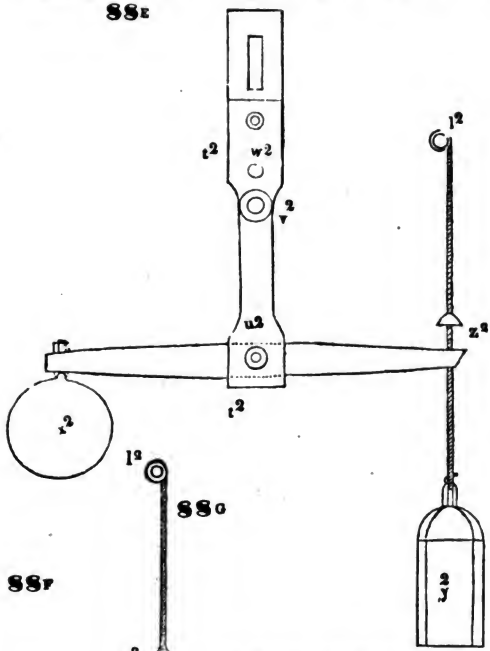
Damit der Wagen abwechselnd auf und ab geht, greift das Rad g^2 (Fig. 87) bald in das Rad h^2, bald in das Rad h^3 ein. Geht nämlich der Wagen aufwärts, so treibt g^2 das Rad h^2; geht er hinab, so treibt g^2 das Rad h^3. Dieses verschiedene Eingreifen wird auf folgende Weise erreicht. Fig. 88 C zeigt einen doppelarmigen Hebel p^2 (s. auch Fig. 87), der seinen Drehungspunkt in q^2 hat. r^2 und s^2 (s. auch am rechten Ende von Fig. 85) sind in den Schlitzen des vertikalen Armes befestigte und nach Belieben zu stellende Bolzen. Gegen diese stößt abwechselnd

Digitized by Google

ein Stück Eisen von der Form, wie die Fig. 88 D zeigt, welches am Wagen befestigt ist. Einen zweiten doppelarmigen Hebel f^2, der hierbei nöthig wird, zeigt Fig. 88 E in der vorderen Ansicht, Fig. 88 F im Profile. Der Drehungspunkt dieses Hebels liegt in u^2, so daß $u^2\,v^2$ gleichsam als die Zunge eines Wagebalkens erscheint. In der Oeffnung v^2 läuft die Welle, woran das schon erwähnte Rad g^2 befestigt ist. Außerdem

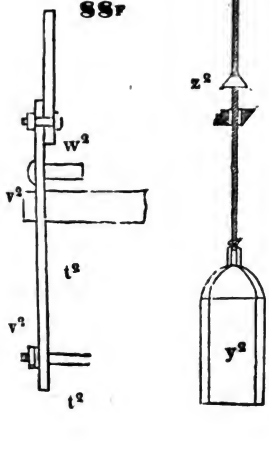
88D

88E



88C

88F



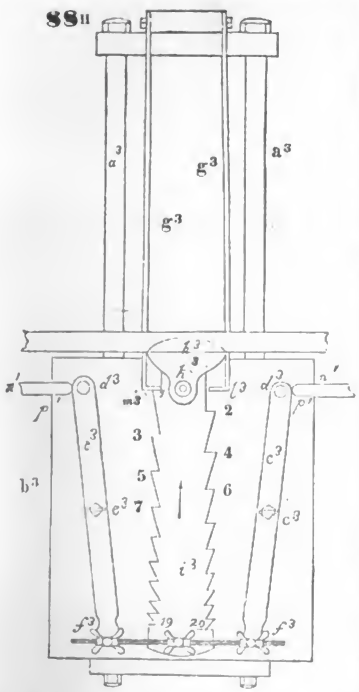
ist w^2 ein am Hebel angebrachter Bolzen, der — wie fernerhin gezeigt werden wird — bei der Bewegung der Maschine bald in die Kerbe 1, bald in die Kerbe 2 des ersten Hebels p^2 (Fig. 88 C) zu liegen kommt. Ferner trägt das obere geschlitzte Ende des Hebels t^2 (Fig. 88E) einen Arm v^1 (Fig. 87), dessen Bestimmung später angegeben wird. Am linken Arm-Ende trägt endlich t^2 ein Gewicht x^2, sowie durch eine Oeffnung des rechten Arm-Endes eine Schnur frei durchgeht, an welcher ein Gewicht y^2 hängt (vergl. Fig. 88 G). y^2 muß größer als x^2 sein. z^2 ist eine an der Gewichtschnur befestigte kleine Platte, welche nicht durch das Loch des Hebelarms

Digitized by Google

durchgehen kann. Gedachte Schnur ist an der Riemenwelle l^1 befestigt, und wickelt sich, je nach der Bewegungsrichtung derselben, an ihr auf oder von ihr ab. Beim Abwickeln muß sich dann begreiflicher Weise, wenn y^2 tief genug herabgesunken ist, die Platte z^2 auf das rechte Arm-Ende legen, und das Gewicht y^2 den Hebel herabzudrücken sich bestreben. Leicht erkennt man aber jetzt, daß der Hebel f^2 entweder eine Bewegung links oder eine Bewegung rechts abwärts machen wird, je nachdem das Gewicht x^2 oder jenes y^2 auf ihn wirken kann. Steigt der Wagen in die Höhe, so wird nämlich das Gewicht y^2 bald außer Thätigkeit gesetzt werden; das Gewicht x^2 wirkt sodann allein, und würde den Hebel gänzlich nach seiner Richtung, d. h. links, umschlagen machen, wenn nicht in diesem Momente der Bolzen w^2 in die Kerbe 2 des Hebels p^2 (Fig. 88 C) träte. Ist während dieser Zeit der Wagen genugsam gestiegen, so drückt oder stößt endlich das an demselben befestigte Eisen (Fig. 88 D) an den Bolzen r^2 des Hebels p^2 (Fig. 88 C), und zwar so, daß dieser Hebel gezwungen wird, eine Bewegung zu machen, wodurch die Oeffnung 2 den Bolzen w^2 (Fig. 88 F) fahren läßt. Hiernach wird es aber dem Gewichte x^2 möglich, eine schon vorher erstrebte Bewegung nach links abwärts des Hebels t^2 zu Stande zu bringen, und hierdurch das mit seiner Welle in v^2 laufende Rad g^2 vom Rade h^2 (Fig. 87) aus- und in das Rad h^3 einzurücken. Das Rad g^2 treibt jetzt das Rad h^3, dieses aber erst das Rad h^2, und zwar letzteres in entgegengesetzter Richtung, verglichen mit seiner früheren Umdrehung. Da nun ferner mit h^2 das Getrieb i^2 zugleich bewegt wird, und durch dieses das Rad k^2 der Riemenwelle; so werden sich jetzt die Riemen m^2, m^2 von der Welle l^1 abwickeln, und dem Wagen das Niedersinken gestatten, welche Bewegung durch die schon erwähnten Gewichte o^2, o^2 so regulirt wird, daß keine Beschleunigung dabei Statt findet. Sobald aber der Wagen herabsteigt, tritt der Hebel p^2 in seine alte Stellung zurück, und der Bolzen w^2 wird — da auch der Hebel f^2 seine Lage ändert — in die Kerbe 1 fallen. Ist hierauf der Wagen tief genug herunter gegangen, so wird y^2 in Thätigkeit treten, da dessen Schnur zugleich mit den Riemen m^2, m^2 abgewickelt wurde, und dieses Gewicht größer als das Gewicht x^2 ist. Bald hernach hat der Wagen seinen Weg abwärts vollendet, und nun trifft das an ihm befestigte Eisen (Fig. 88 D) auf den untern Bolzen s^2 des Hebels p^2 (Fig. 88 C), wodurch dieser Hebel bewegt, und der Bolzen w^2 am Hebel f^2 wieder frei wird. In diesem Momente tritt die Wirkung des Gewichtes y^2 völlig ein: es bewegt dasselbe den Hebel f^2 nach rechts abwärts; das Getrieb g^2 tritt aus dem Rad h^2, und greift in h^2 ein, treibt dieses nun unmittelbar um; der Wagen muß wieder in die Höhe steigen, und das Spiel überhaupt von Neuem beginnen. Es hat das Rad o^2 28, d^2 70, e^2 23, f^2 76, g^2 18, h^2 90, h^3 90, i^2 20, k^2 120 Zähne.

e) Der Regulator. — Der Deutlichkeit wegen ist auch der Regulator in Fig. 88 B nach größerem Maßstabe (im Grundrisse) gezeichnet. Dabei sind a^3, a^3 auf dem unteren Gestelle der Maschine befestigte Stäbe; b^3, b^3 ein Kasten, der auf vorgedachten Stäben verschiebbar ist, und den Regulator trägt. Dieser Kasten (welcher bei b^3, Fig. 85, in der Endansicht erscheint) hat vermöge entsprechend aufgehangener und mit ihm in Verbindung gesetzter Gewichte das Bestreben, nach der Richtung des auf der Zeichnung angegebenen Pfeiles fortzugehen. c^3, c^3 sind zwei Schienen, deren Drehungspunkte in d^3, d^3 liegen, und die in entsprechend schiefer Lage durch Stellschrauben e^3, e^3 und Flügelmuttern f^3 gehalten werden. Sie dienen den Stangen n^1 und Nüssen p^1 der Konen a^1, a^2 (Fig. 85) als Leiter, und zwar, um diese einander immer näher zu bringen. Eben so auf dem Kasten b^3 ist eine gezahnte Stange i^3 angebracht, bei welcher die Entfernung der Zahnenden von einander nach einem weiterhin anzugebenden Gesetze abnimmt. g^3, g^3 sind zwei an dem Maschinengestelle festsitzende, halenformige Federn, welche — indem

Digitized by Google



sie zwischen den Zähnen liegen — verhindern, daß der Kasten zur Unzeit seine Stellung verändert. h^3 ist eine in der Ebene der Kastenoberfläche um den Punkt k^3 bewegliche, segmentartige Scheibe, welche durch einen starken Draht mit dem Arme v^1 (Fig. 87) in Verbindung steht, den das obere geschlitzte Ende des Hebels f^2 trägt.

Beim Anfange des Spinnens mit der Spindelbank befindet sich der Regulator in dem Zustande, welchen Fig. 88 II darstellt. Ist aber die Maschine in Gang gesetzt, so entstehen auch die bereits angegebenen Bewegungen des Hebels f^2; und da der oberhalb befestigte Arm v^1 desselben mit der Scheibe k^4 in Verbindung steht, so dreht sich auch diese, und zwar in der Ansicht Fig. 88 II von links nach rechts; das Ende l^3 der rechten Feder wird dadurch aus der Zahnstange ausgehoben, und das Ende m^3 der linken Feder fällt vor dem Zahne 1 ein. Die Nüsse p^1 an den Enden der Führungsstabe n^1 der treibenden Konen a^1, a^2 werden sich daher einander nähern, und letztere einen etwas kleineren Durchmesser den getriebenen Konen darbieten. Nach Vollendung einer halben Umdrehung von k^3 hebt diese Scheibe den Federhaken m^3 aus, und läßt dagegen den Haken l^3 vor dem Zahne 2 einfallen. Da nun jede halbe Umdrehung von k^3 einem Auf- oder Niedergange des Wagens entspricht, so erfolgt das Fortrücken des Kastens b^3 am Regulator um einen Zahn der Stange i^3 jedes Mal am Ende des Auf- und Niederganges der Spulen, d. h. wenn diese sich in ihrer ganzen Länge mit einer neuen Schicht Vorgespinnst bewickelt haben. Die Richtung, nach welcher der Kasten des Regulators fortrückt, ist in Fig. 88 II durch den Pfeil angegeben. Die Größe dieser Bewegung nimmt stufenweise so ab, wie die Entfernung der Zähne 1, 2, 3, 4 . . . . . 19, 20 von einander kleiner wird; weil die konstante Zunahme der Dicke der Spulen, in Folge einer Umwicklung mehr und mehr ein kleinerer Theil von der bisherigen Dicke ist, wie die letztere selbst anwächst. Ist die Spule voll, so steht das Federende l^3 vor dem Zahne 20 (oder auch m^3 vor dem Zahne 25, wenn die Zahnstange so viel Zähne enthält). Geben die Spulen im Anfange zu rasch, so rückt man die Nüsse der Konen näher; ist am Ende die Geschwindigkeit der Spulen zu groß, so hilft man sich durch Stellung der Schienen e^3. Den zu schnellen Gang erkennt man an dem Verziehen des Vorgespinnstes (welches nämlich während der Aufwickelung zugleich gestreckt wird); den zu langsamen daran, daß sich

Digitized by Google

das Vorgespinnst um den Kopf des Spindelflügels wickelt, weil es von der Spule nicht völlig aufgenommen wird.

Tabelle
zur Konstruktion der Zahnstange des Regulators.

(Bemerkung. In dieser Tabelle ist der Durchmesser der leeren Spule zu 14.5 französ. Linien und jener der ganz vollen zu 52 Linien angenommen, die Zahl der aufgewickelten groben Vorgespinnst-Schichten aber zu 25, also die Dicke jeder Schichte = $1\frac{1}{2}$ Linien.)

Zahl der Aufwindungen	Durchmesser der Spule in franz. Linien.	Umfang der Spule in Linien.	Anzahl der Umgänge pr. Minute, welche die Spule mehr macht, als der Flügel.	Durchmesser des Konus, welcher die Spulen treibt.	Differenz der Durchmesser des treibenden Konus.
1	14.5	45.55	118.77	19.625	0.000
2	16	50.24	107.60	19.179	0.446
3	17.5	54.95	98.41	18.810	0.369
4	19	59.66	90.65	18.499	0.311
5	20.5	64.37	84.01	18.233	0.266
6	22	69.08	78.28	18.004	0.229
7	23.5	73.79	73.29	17.804	0.200
8	25	78.50	68.89	17.627	0.177
9	26.5	83.21	64.99	17.471	0.156
10	28	87.92	61.51	17.331	0.140
11	29.5	92.63	58.38	17.206	0.125
12	31	97.34	55.55	17.093	0.113
13	32.5	102.05	52.99	16.989	0.104
14	34	106.76	50.65	16.897	0.092
15	35.5	111.47	48.51	16.810	0.086
16	37	116.18	46.54	16.731	0.079
17	38.5	120.89	44.73	16.679	0.072
18	40	125.60	43.05	16.591	0.068
19	41.5	130.31	41.50	16.529	0.062
20	43	135.02	40.05	16.471	0.058
21	44.5	139.73	38.70	16.417	0.054
22	46	144.44	37.44	16.366	0.051
23	47.5	149.15	36.25	16.319	0.047
24	49	153.86	35.14	16.274	0.045
25	50.5	158.57	34.10	16.232	0.042
				Summe .	3.392

Die Summe der Differenzen unter den Durchmessern des treibenden Konus geben die Länge des verzahnten Theils der Zahnstange, also hier 3.392. Die Abstände der Zähne von einander sind durch die einzelnen Differenzen selbst ausgedrückt; und zwar ist z. B. nach der Tabelle:

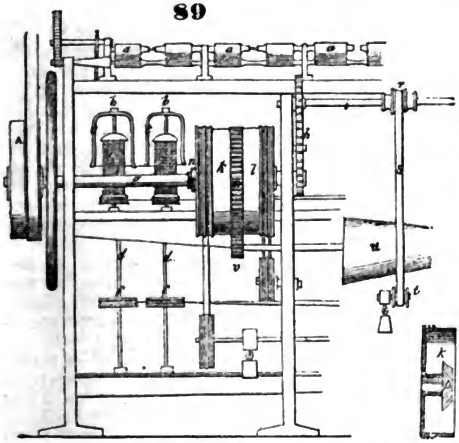
Entfernung des Zahnes 25 vom Zahne 24 . . . 0.042,
" " " 24 " " 23 . . . 0.045,
" " " 23 " " 22 . . . 0.047, u. s. f. —

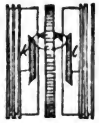
Zur Berechnung der 5. Spalte hat man erst die Umgänge des Flügels (der Spindel) pr. Minute zu ermitteln — hier, wie oben gezeigt, 370.82; und diese sind zu den Zahlen der Spalte 4 zu addiren; dann erhält man z. B. für die zweite Aufwindung $370.8 + 118.77 : 370.8 + 107.6 = 19.625 : x$, d. h. $x = 19.179$, wie oben. — Man ersieht aus der Tabelle, welche Fadenlänge die Spulen pr. Minute aufwinden, indem man den Spulen-Umfang, Spalte 3, mit dem in Spalte 4 angegebenen Ueberschuß von Umdrehungen (über jene des Flügels) multiplizirt. Dieses Produkt muß bei allen Aufwindungen gleich sein, und folgt aus der

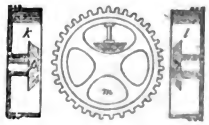
Digitized by Google

Tabelle = 450 Zoll. Dieß ist etwas mehr als die 424 Zoll, welche die Streckwalzen pr. Minute liefern (S. 121); das Vorgespinnst wird demnach beim Aufwinden durch die Spule noch ein wenig gestreckt, wodurch es stets in straffer Spannung bleibt, und sich fest aufwindet.

Eine bemerkenswerthe eigenthümliche Konstruktion der Spindelbänke ist jene von Houldsworth, woran besonders der unter dem Namen der Differential-Büchse bekannt gewordene Bestandtheil hier noch erklärt zu werden verdient. Fig. 89 stellt einen Theil einer Spindel-







bank nach Houldsworth's Einrichtung im Aufrisse vor. a, a, a sind die vorderen Streckwalzen; bc, bc die Flügel; d, d die Spindeln; e, e die Spulen; f, f die Schnurrollen der Spindeln, welche hier dazu dienen, mittelst endloser Schnüre die Spindeln zu treiben, und also die Stelle der in Fig. 85 zu diesem Zwecke angebrachten Zahnräder vertreten.

Die Hauptwelle g, welche durch einen Riemen mittelst der Scheibe A wie gewöhnlich umgedreht wird, setzt mittelst des Räderwerks h und der Welle i die Streckwalzen in Bewegung. Der übrige hierzu dienliche Mechanismus befindet sich am andern (in der Zeichnung nicht sichtbaren) Ende der Maschine, bis wohin die Welle i reicht. Auf der Hauptwelle g befindet sich die Differential-Büchse, eine zylindrische Trommel, von welcher zwei Schnüre ausgehen: die eine, um die Spindeln d mittelst ihrer Rollen f zu treiben; die andere, um die drehende Bewegung der Spulen e hervorzubringen. Diese Büchse besteht aus zwei Theilen, k und l, zwischen welchen sich ein verzahntes Rad m befindet. Fig. 91 stellt diese drei Bestandtheile abgesondert vor, und Fig. 90 zeigt die Flächenansicht des Rades nebst einem Durchschnitte von den beiden Hälften der Büchse. Der Theil l der Büchse ist auf der Welle g befestigt; allein die andere Hälfte, k, und das Rad m, stecken lose auf dieser Welle, können sich also unabhängig von derselben drehen. So bildet die Büchse, wenn sie nach Ausweis der Fig. 89 zusammengesetzt und durch den Ansatz n der Welle zusammengehalten wird, in der That zwei getrennte Schnurscheiben, von welchen eine die Spindeln, die andere die Spulen treibt. In einer Oeffnung des Rades m (Fig. 90) ist ein konisches Getrieb o angebracht, dessen Achse rechtwinklig gegen die Welle g steht. Dieses Getrieb greift in zwei konische Räder p, q ein, welche inwendig in den beiden Hälften der Büchse, an den mittleren, die Welle

Digitized by Google

g umfassenden Vorsprüngen, sich befinden, und daran fest sitzen. Wenn man sich nun erinnert, daß das Rad g und die halbe Büchse l an der Welle g befestigt sind und mit ihr sich umdrehen; so sieht man, daß, wenn das lose Rad m mit einer verschiedenen Geschwindigkeit in Bewegung gesetzt wird, das Getrieb o durch q, um welches es sich wälzt, eine Bewegung empfängt, die es dem Rade p und also der andern halben Büchse k mittheilt. Diese Umdrehung von k wird in Absicht auf die Richtung jener des Rades m gleich, und kann schneller oder langsamer als die Umdrehung von g und l sein, je nach der dem Rade m ertheilten Geschwindigkeit.

Auf der schon erwähnten Achse i befindet sich eine verschiebbare Rolle r, deren Riemen s durch die mit einem Gewichte beschwerte Spannrolle t straff erhalten wird. Dieser Riemen geht über den Kegel, und dreht denselben durch Reibung um. Die Rolle r wird mittelst eines Regulators, der dem in Fig. 88 H gezeichneten wesentlich ähnlich ist, allmälig längs der Achse i fortgeschoben; dadurch kommt der Riemen s nach und nach von dem dünnern Theile des Kegels u auf den dickeren, und die Geschwindigkeit der Umdrehung des Kegels nimmt in dem Maße ab, wie die Spulen sich mit Vorgespinnst mehr und mehr bewickeln. An dem Ende der Achse des Kegels u ist ein Getrieb v befestigt, welches in das Rad m eingreift, und dieses demnach ebenfalls mit abnehmender Geschwindigkeit umdreht. Daher empfängt auch die halbe Büchse k, und durch sie jede der Spulen, eine abnehmende Geschwindigkeit, wogegen die Spindeln, als von der mit gleichmäßiger Schnelligkeit umgehenden Büchse l getrieben, stets mit einerlei Geschwindigkeit umlaufen. Der Zweck dieses Verhältnisses ist bereits aus der vorhergegangenen vollständigen Beschreibung der Spindelbank bekannt.

Zum Gebrauch bei der Erzeugung grober Garnsorten ist neuerlich eine einfache und höchst produktive Vorspinnmaschine unter dem Namen der Röhrenmaschine in sehr verbreitete Anwendung gekommen. Diese Maschine enthält zum Ausziehen des Fadens, gleich der Spindelbank, drei Paar Streckwalzen; dagegen fehlen die Spindeln nebst dem ganzen komplizirten Mechanismus zur Hervorbringung und Regulirung des Spulenumlaufs, und die Drehung des Gespinnstes erfolgt dadurch, daß jeder Faden durch die Höhlung eines horizontalen, 4½ Zoll langen eisernen Rohres geht, welches bis 9000 Mal in 1 Minute um seine Achse läuft. Zur Aufwickelung des Gespinnstes dienen horizontale Spulen, welche hin und her geschoben und durch Reibung ihrer Peripherien an einer sich drehenden Walze in Umlauf gesetzt werden. Das Rohr ertheilt zwar dem Faden vor und bei seinem Eintritte eine starke Drehung, aber es dreht ihn dann sogleich bei seinem Austritte ebenso stark in entgegengesetzter Richtung. Mithin verschwindet alle Drehung wieder, bevor der Faden von der Spule aufgenommen wird, und der bleibende Erfolg besteht allein darin, daß durch das vorübergehende Zusammendrehen die Baumwollfasern einander genähert werden, folglich das Vorgespinnst verdichtet wird, worauf es die ferner folgende Ausdehnung zu ertragen im Stande ist. Die vordersten Streckwalzen machen, bei 1 Zoll Durchmesser, 400 Umgänge in 1 Minute, fördern also für jedes Rohr 1256 Zoll Faden pr. Minute, was gegen die Leistung der Spindelbank (424 Zoll) gehalten, nahe das Dreifache von dieser ausmacht.

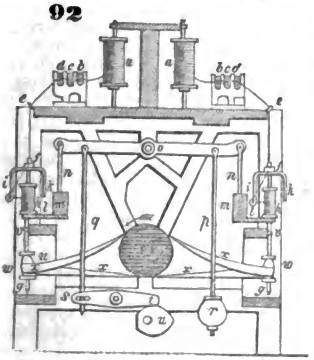
Das Feinspinnen. — Die Verwandlung des Vorgespinnstes in Garn geschieht auf den Spinnmaschinen oder Feinspinnmaschinen, welche von zwei Hauptgattungen sind, nämlich Watermaschinen und Mulemaschinen. Erstere verrichten das Ausziehen, Drehen und Aufwickeln der Fäden gleichzeitig und ununterbrochen; Letztere ziehen einzelne Fadenlängen von ungefähr 5 Fuß aus, und drehen dieselben zugleich, wickeln sie aber nachher auf die Spindeln auf, indeß das Spinnen unterbrochen wird. Man nennt eine jede dieser Fadenlängen einen Auszug; und es wechselt also das Spinnen eines Auszuges mit dem

Digitized by Google

Aufwinden desselben ab. Die Watermaschinen dienen vorzüglich zum Spinnen sehr fest gedrehter und nicht sehr feiner Garne; auf den Mulemaschinen kann nach Belieben fein und grob, mit schwacher und mit starker Drehung, gesponnen werden.

Die ursprüngliche Waterspinnmaschine, von ihrem Erfinder Arkwright, so genannt, weil sie die erste durch Wasserkraft getriebene Spinnmaschine war, ist jetzt gänzlich von der Drosselmaschine verdrängt, bei welcher der Spinnprozeß völlig auf dieselbe Weise vor sich geht (daher man sie gewöhnlich auch Watermaschine zu nennen pflegt), aber das Räderwerk, namentlich der Streckwalzen, eine andere Einrichtung hat. Fig. 92 zeigt einen senkrechten Querdurchschnitt der Drosselmaschine. Diese Maschine ist doppelt, d. h. sie enthält auf jeder Seite eine Reihe Spindeln nebst den dazu gehörigen Theilen. Die mit Vorgespinnst angefüllten, von der Spindelbank, der Röhrenmaschine oder einer andern Vorspinnmaschine abgenommenen Spulen sind bei a, a in zwei Reihen aufgestellt. b, c, d sind die drei Reihen Streckwalzen von schon bekannter Einrichtung und Wirkung, durch welche das Vorgespinnst bis zu der für das Garn vorgeschriebenen Feinheit ausgedehnt wird. Nach dem Austritte aus den vordersten Walzen läuft jeder Faden durch ein Drahtöhr bei e, und dann senkrecht hinab auf die Spindel f g.

92



Die Spindeln sind von Stahl gemacht und an ihrem untern Ende, mit welchem sie in einer metallenen Pfanne stehen, gehärtet. Bei v gehen dieselben durch messingene Lager, mittelst welcher sie ihre aufrechte Stellung behaupten. Die Spulen h, auf welche das Garn aufgewickelt wird, stecken lose auf den Spindeln, und stehen mit ihrer Grundfläche auf der Spulenbank l, an welcher sie sich mittelst einer zwischengelegten Lederscheibe in einem gewissen Grade reiben müssen, um der Umdrehung einen entsprechenden Widerstand entgegenzusetzen. Am obersten Ende trägt jede Spindel einen gabelförmigen Flügel i k von Eisendraht, durch welchen der Garnfaden auf eine aus der Abbildung hervorgehende Art nach der Spule hineingeleitet wird. Durch die Umdrehung der Spindel wird nicht nur der Faden zwischen den Vorderzylindern d und dem Spindel-Ende bei f gedreht, sondern auch in dem Maße, wie er nachkommt, von dem Flügel um die Spule herumgeführt und folglich auf letztere aufgewickelt. Da jedoch die Spindel, um dem Garne den gehörigen Grad von Drehung zu geben, sehr viel mehr Umläufe machen muß, als zum Aufwinden des Gespinnstes erfordert werden, so zieht sie, mittelst des Fadens selbst, die Spule nach sich, und nöthigt sie ebenfalls zur Umdrehung, welche aber etwas weniger schnell ist, als jene der Spindel. Der Faden erleidet hierbei eine gewisse Anspannung, worin gerade die Ursache liegt, daß auf Watermaschinen keine sehr feinen und locker gedrehten Garne verfertigt werden können. Weil aber der Faden jene Anspannung ohne Nachtheil vertragen kann, so ist hier nicht wie bei der Spindelbank (welche einen ganz lockern, aller Festigkeit entbehrenden Faden bearbeitet) eine selbstständige Umdrehung der Spulen erforderlich. Das Auf- und Absteigen der Spulen längs der Spindeln, um die Fadenwindungen gleichmäßig zu vertheilen, geschieht durch einen Mechanismus, der in der Zeichnung vorgestellt ist. Jede der beiden Spulenbänke l befindet sich an einer starken hölzernen Leiste m, welche gerade

Digitized by Google

auf und nieder beweglich, und an jedem ihrer Enden mittelst einer Stange n an einem Wagebalken o aufgehangen ist, der in der Mitte seinen Drehungspunkt hat. q ist ein Eisenstab, welcher den Wagebalken mit einem zweiarmigen Hebel s t verbindet; p ein anderer Stab, an welchem das Gewicht r hängt. Eine herzförmige Scheibe u hebt bei jeder Umdrehung langsam den Arm t des Hebels s t, und läßt ihn dann allmälig wieder sinken, welche letztere Bewegung von dem Gewichte r veranlaßt wird. Daher steigen die beiden Spulenbänke sammt den Spulen abwechselnd auf und nieder, wobei der Weg, den sie durchlaufen, gerade gleich der Länge der Spulen h ist.

Die Bewegung der ganzen Maschine geht von der Achse einer langen Walze oder Trommel y aus, welche mittelst endloser (über die Rollen w, w geschlagener) Riemen wie x,x die Spindeln, und mittelst verzahnter Räder die Streckwalzen b, c, d, so wie die Herzscheibe u treibt. Die Trommel macht gewöhnlich etwa 600 Umläufe in 1 Minute, und da ihr Durchmesser das Sechs- oder Siebenfache von jenem der Spindelrollen w ist, so machen die Spindeln 3600 bis 4200 Umläufe pr. Minute. Man gibt den Watermaschinen meist 96 oder 120 Spindeln, die Hälfte in jeder der beiden Reihen. Zur Bedienung von 240 Spindeln in 2 doppelten Maschinen ist ein erwachsenes Mädchen, welches im Anknüpfen der gerissenen Fäden von einem Kinde unterstützt wird, erforderlich. Die mittlere Produktion in einer Woche von 69 Arbeitsstunden beträgt 24 Zahlen oder Schneller von Nr. 30, auf jede Spindel. Die vordersten Streckwalzen machen, bei 1 Zoll Dicke, 60 bis 100 und zuweilen 120 Umgänge pr. Minute. Das Vorgespinnst wird auf die 4- bis 10fache Länge gestreckt. — Das auf Watermaschinen gesponnene Garn (Watertwist) ist durch seine feste Drehung vorzugsweise zur Kette starker Stoffe geeignet, und wird außerdem, gezwirnt, zum Stricken und Nähen angewendet.

Unter den mannichfaltigen neueren Verbesserungen der Watermaschinen, namentlich in Betreff der Spindeln, heben wir Danforth's amerikanische Patent-Spindel hervor, welche sich dadurch auszeichnet, daß sie eine schnellere Bewegung gestattet, also eine größere Leistung gewährt, und zugleich zum Spinnen schwach gedrehter Garnsorten angewendet werden kann. Fig. 93 gibt eine Vorstellung derselben im Durchschnitte. Die Spindel a b steht fest, und wird nicht um ihre Achse gedreht. Die lose darauf steckende Spule ist ein Rohr, woran sich unten die Schnurrolle k befindet, mittelst welcher die Spule 6000 Mal in 1 Minute um ihre Achse gedreht wird. c d ist eine Art Glocke, welche auf das obere Ende der Spindel gesetzt ist, und mit dieser letzteren unbeweglich steht. Indem der Faden g g von den Streckwalzen herabkommt, wendet er sich um den unteren Rand der Glocke auf die Spule, während diese sammt ihrer Rolle k längs der Spindel auf und nieder steigt, um sich überall gehörig zu bewickeln. Damit die in der Zeichnung sichtbare bauchige Gestalt des Kötzers e entsteht, ist die Geschwindigkeit des Auf- und Absteigens ungleichförmig und nach einem entsprechenden Gesetze regulirt. Der außerordentlich schnelle Umschwung der Spule führt den Faden rings um die Glocke, und gibt ihm seine Drehung; die Aufwicklung wird dadurch bewirkt, daß der Faden sich an dem Rande der Glocke reibt, und daher stets ein wenig hinter der Spule zurückbleibt. Die so entstehenden Kötzer haben nur den Fehler, daß sie zu locker gewunden sind, und daher beim Abhaspeln viel Abfall geben. Die Spannung, welche der Faden auszuhalten hat, ist sehr gering, und das Gespinnst bedarf daher keiner starken Drehung. Eine solche Spindel liefert in 12 Arbeitsstunden die erstaunliche Quantität von $7\frac{1}{2}$ Schneller.

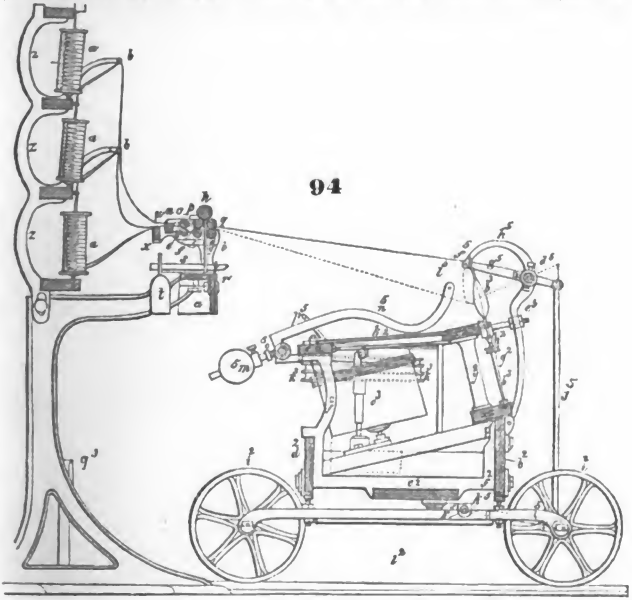
93

Die Mulespinnmaschine hat ihren Namen daher erhalten, daß sie

Digitized by Google

durch die Kombination wesentlicher Bestandtheile von zwei älteren Arten Spinnmaschinen entstand (nämlich der Jenny- und der Watermaschine), also gleichsam ein Bastard, wie das Maulthier (mule) ist. Man nennt sie auch wohl mule-jenny. — Fig. 94 ist ein senkrechter Durchschnitt der

94



Mulemaschine, worin die Haupttheile angegeben sind. Eine ins Detail gehende Beschreibung würde viele und große Figuren erfordern, weshalb hier nur die wesentlichsten Punkte in Betreff der Einrichtung und des Gebrauchs dieser ungemein sinnreichen Maschine angeführt werden können.

Die Maschine besteht aus zwei Hauptabtheilungen: einer feststehenden, welche gewisser Maßen einer Watermaschine entspricht, und einer beweglichen, dem so genannten Wagen, welcher von der ehemals zum Baumwollspinnen gebräuchlichen Jenny-Maschine entlehnt ist. Der feststehende Theil enthält in einem gußeisernen Gestelle die Streckwalzen, die hinter denselben in drei Reihen aufgestellten Vorgespinnst-Spulen a^1, und den größten Theil des Bewegungsmechanismus; auf dem Wagen befinden sich die Spindeln nebst dem Reste des Bewegungs-Apparates. b, c, d sind die drei Reihen Riffelwalzen des Streckwerkes; e, f, g die mit Leder überzogenen Druckwalzen; h eine hölzerne Putzwalze, welche einen Ueberzug von Flanell hat, von Zeit zu Zeit mit Kreide eingerieben wird, und die Lederwalzen, auf welchen sie liegt, von Baumwollfasern rein erhält. Die Riffelwalzen sind, durch die ganze Länge der Maschine hin, aus aneinander gekuppelten Stücken von je 6 Zylindern zusammengesetzt. Das ganze Streckwerk ist auf einer gußeisernen Bank a in einem Gestelle i o p angebracht; r s t stellt den Druckhebel dar, durch welchen die Lederwalzen auf die Riffelwalzen niedergepreßt werden. Von den Spulen a^1, a^1, a^1 gehen die Vorgespinnstfäden über horizontale Drähte b^1, b^1, nach den Streckwalzen herab, wobei sie durch Draht-

Digitized by Google

öhre auf der Stange w und dann noch über eine andere Stange a laufen, bevor sie zwischen die Hinterzylinder b, c eintreten.

Der Wagen besteht aus zwei gußeisernen Seitenstücken oder Wänden und mehreren gußeisernen Zwischenstücken wie f^2, welche alle an den Bretern b^3, c^2, d^2, e^2 befestigt sind. Eine Breterdecke k^2 verschließt ihn von oben. Mittelst gußeiserner Räder wie i^2, i^2 läuft er auf eisernen Geleisen l^2, welche an dem Fußboden angebracht sind. Zur Aufstellung der Spindeln b^3 dient eine Art Rahmen, aus den zwei langen Stücken x^2, x^2 und mehreren Säulen wie y^2 gebildet. Auf dem unteren Stücke x^2 sind die messingenen Pfannen, in welchen der Fuß der Spindeln sich dreht, angebracht; bei h^2 hat jede Spindel einen kleinen Knopf, damit sie sich nicht in die Höhe heben und aus der Pfanne springen kann. g^2 ist die kleine hölzerne oder gußeiserne Schnurrolle, auf welcher die endlose Schnur zur Bewegung der Spindel liegt; b^3 zeigt die schlank birnförmige Gestalt, in welcher das Garn auf dem obersten Theile der Spindel zu einem sogenannten Kötzer oder Cop aufgewunden wird. Zum Betriebe von je 24 Spindeln ist auf dem Wagen eine von Weißblech verfertigte Trommel e^3 angebracht, auf welcher die erwähnten Schnüre ebenfalls liegen; 24 Spindeln erfordern aber nur 12 Schnüre, weil jede Schnur über zwei Spindelrollen geschlagen ist. k^3 ist eine Schnurscheibe, mittelst welcher die Trommeln e^3 von dem (in der Figur nicht sichtbaren) großen Schwungrade der Spinnmaschine getrieben werden.

Wenn das Spinnen anfängt, ist der Wagen eingefahren, d. h. die Spitzen der Spindeln stehen ganz nahe vor den Streckzylindern, und das Bret d^3 berührt den Ständer q^3 unterhalb des Streckwerks. Wenn nun die Walzen anfangen sich zu drehen, um den aus dem Vorgespinnste zu gehöriger Feinheit gestreckten Faden herauszuführen; so tritt auch, durch den Mechanismus getrieben, der Wagen seinen Weg an, wobei er sich von den Streckwalzen entfernt, so daß die an den Spitzen der Spindeln befestigten Fäden stets angespannt bleiben. Ja der Wagen geht sogar etwas schneller, als der Umkreis der vordersten Streckwalzen, und es wird daher der Faden noch ein wenig nachgestreckt. Zugleich drehen sich die Spindeln schnell um ihre Achse, und geben dem Gespinnst vorläufig einen Theil der erforderlichen Drehung. Sobald der Wagen ganz ausgefahren ist, d. h. den Auszug von ungefähr 5 Fuß vollendet hat, so stehen die Streckwalzen augenblicklich still; der Wagen als Ganzes ist nun in Ruhe, aber die Spindeln drehen sich noch eine kurze Zeit fort, und beendigen die Drehung, welche nicht während des Ausfahrens vollständig gegeben werden konnte, um der Dehnung des Fadens kein Hinderniß in den Weg zu legen. Man nennt diesen Theil der Drehung, welcher erst dem schon völlig ausgezogenen Faden ertheilt wird, die Darein-Drehung oder das Nachzwirnen.

Nach vollendeter Dareindrehung muß der Wagen sogleich eingefahren, d. h. wieder zu den Spindeln hinbewegt werden, um ihn in die Stellung zu bringen, wo ein neuer Auszug beginnen kann, und um den gesponnenen Auszug aufzuschlagen, d. h. auf die Spindeln aufzuwinden. Bei den meisten Maschinen (welche sogenannte Hand-Mules sind) geschieht das Einfahren von einem Arbeiter, welcher den Wagen vor sich her schiebt, und zugleich die Kurbel des Schwungrades dreht, wodurch er die Spindeln zum Behuf des Aufschlagens in Umdrehung setzt, da sie nun nicht mehr von dem Mechanismus getrieben werden. Bei den neuerlich aufgekommenen selbstwirkenden Mulemaschinen (Selfaktors) hingegen bringt der Mechanismus auch alle beim Einfahren nöthigen Bewegungen hervor, und das Amt des Spinners fällt demnach weg.

Bei den Hand-Mules ist folgende Vorrichtung zum Aufschlagen des Garnes auf die Spindeln angebracht: Vor dem Wagen her, seiner ganzen Länge nach, liegt ein um seine Achse drehbarer Eisenstab d^4, welcher von Stützen wie e^4 getragen wird. An jedem Ende des Stabes

Digitized by Google

befindet sich ein Arm g^1, und zwischen diesen Armen ist bei f^1 ein Eisendraht (der Aufschlagdraht) parallel zu d^1 ausgespannt. Mehrere gekrümmte Arme wie h^1, welche von d^1 ausgehen, halten diesen Draht in verschiedenen Punkten, damit er sich nicht senkt, sondern gerade bleibt. Endlich hat der Stab d^1 an der Stelle, wo der Spinner steht, einen hölzernen Handgriff, um bequem regiert (gedreht) zu werden. Bei Spinnmaschinen mit einer sehr großen Anzahl Spindeln (man baut dergleichen sogar mit 500 und noch mehr Spindeln) ist das Schwungrad und das übrige Räderwerk ungefähr in der Mitte der Länge angebracht, wonach der Stab d^1 in zwei Theile (für die linke und die rechte Hälfte der Maschine) getrennt sein muß. In diesem Falle dient ein in der Figur durch $j^1 i^1 k^1$ bezeichneter Hebelmechanismus, um die Bewegung des einen Theils auf den andern Theil fortzupflanzen, weil der Spinner nicht beide Theile zugleich handhaben kann.

Der Gebrauch der eben beschriebenen Vorrichtung ist folgender. Während des Ausfahrens und der Dareindrehung bilden die Garnfäden einen stumpfen Winkel mit den Spindeln, und können sich deshalb nicht auf letztere aufwickeln, indem sie bei deren Umdrehung immerfort über die glattgerundeten Spitzen herabgleiten. Beim Einfahren hingegen faßt der Spinner den Handgriff des Stabes d^1, und bringt durch Drehung des letzteren den Aufschlagdraht f^1 herab, wobei die von dem Drahte niedergedrückten Fäden die in der Abbildung punktirt bezeichnete Lage annehmen. In dieser Lage können sie sich, wenn die Spindeln sich umdrehen, und zugleich der Wagen eingefahren wird, aufwinden. Mehr oder weniger weit niedergezogen, bringt der Draht die Fäden auf verschiedene Stellen der Spindeln, und der Spinner erreicht auf diese Weise die bauchige, birnähnliche Gestalt der Kötzer, welche sich am besten dazu eignet, viel Garn mit gehöriger Sicherheit vor dem Heruntergleiten aufzuschlagen.

Der Aufschlagdraht allein genügt jedoch nicht, um das Aufwinden ordnungsmäßig zu verrichten; denn es sind fast immer einige Fäden vorhanden, welche schlaff hängen und deshalb von ihm nicht erreicht werden. Man bringt daher einen Gegendraht bei l^1 unter den Fäden an, und spann ihn zwischen Hebeln gleich n^1 aus, welche ihren Drehungspunkt in o^1 und am hintern Arme ein Gewicht m^1 haben. Ein Winkelstück p^1 beschränkt das Aufsteigen des Hebels n^1 und also des Drahts. Letzterer hat die Bestimmung, den Garnfäden als eine stützende Unterlage zu dienen, damit sie nicht durch zu tiefes Hinabsinken außer den Bereich des Aufschlagdrahtes f^1 kommen.

In dem Augenblicke, wo das Einfahren vollendet ist, und der Wagen wieder dicht vor den Streckwalzen steht, fangen letztere wieder an, sich zu bewegen, und der ganze schon oben beschriebene Vorgang wiederholt sich von da an. Ein Spinner bedient zwei Mulemaschinen, welche mit den Wägen gegen einander gekehrt sind, und von welchen die eine von selbst ausfährt, während der Spinner an der anderen mit dem Einfahren beschäftigt ist. Die quantitativen Leistungen der Mule hängen, außer der Feinheit des Garns, von mancherlei Umständen ab, lassen sich daher nicht im Allgemeinen genau festsetzen. Beim Spinnen von Garn Nr. 20 bis 36 geschehen gewöhnlich 2 bis 3 Auszüge in 1 Minute, wenn es Kettengarn, und nahe 3, wenn es Einschußgarn (von schwächerer Drehung) ist; bei Nr. 50 bis 100 zwei Auszüge, und bei Nr. 100 bis 150 ein Auszug pr. Minute. Die vordersten Streckwalzen, welche 1 Zoll im Durchmesser haben, machen 30 bis 50 Umgänge auf 1 Minute. Das Vorgesponnst erleidet eine Streckung auf die 4- bis 15fache, zuweilen gar 20fache Länge. Eine Mule-Spindel produzirt, nach durchschnittlicher Annahme wöchentlich (in 6 Arbeitstagen) 21 Schneller von Nr. 20, 18 Schneller von Nr. 50, 14 Schneller von Nr. 80, 10 Schneller von Nr. 120.

Die schon erwähnten Selfaktors haben sich gegenwärtig in England schon bedeutend verbreitet; bedürfen zur Bedienung nur Kinder,

Digitized by Google

um die Vorgespinnstspulen aufzustecken, die gerissenen Fäden zu ergänzen, die Kötzer von den Spindeln abzuziehen; und spinnen sehr schönes Garn bis zu Nr. 40 hinauf. Die ersten Selfaktors wurden von den HH. Eaton, ehemals zu Manchester, gebaut, welche 10 oder 12 in jener Stadt, 4 zu Wiln in Derbyshire und einige in Frankreich aufstellten. Alle wurden wegen ihrer zusammengesetzten Konstruktion und ihrer geringen Leistung bald wieder abgeschafft, jene zu Wiln ausgenommen. De Jong erhielt zwei Patente für selbstwirkende Mulemaschinen, und setzte 12 dergleichen in einer Spinnerei zu Warrington, deren Eigenthümer er war, in Gang; jedoch ohne glücklichen Erfolg. Ure erzählt, daß er die Trümmer einer von de Jong's Maschinen in der Spinnerei von Nikolaus Schlumberger zu Gebweiler im Elsaß sah, wo dieselbe drei Monate, unter der Aufsicht des von dort gebürtigen Erfinders ohne Vortheil gearbeitet hatte.

Die erste Annäherung zu einer erfolgreichen Lösung der in Rede stehenden Aufgabe war die Erfindung eines Selfaktors von Roberts zu Manchester, wobei einer der Hauptpunkte darin bestand, das Aufwinden des Garns zu fehlerfreien Kötzern zu reguliren. Die gänzliche Neuheit und große Scharfsinnigkeit dieser Erfindung wurde allgemein anerkannt, und ließ die völlige Erreichung des so lange erstrebten Zieles erwarten. Für diese Einrichtung wurde 1825 ein Patent genommen, und mehrere Maschinen wurden mit derselben versehen, welche noch jetzt mit gutem Erfolge arbeiten.

Im Jahre 1830 erhielt Roberts ein Patent für gewisse Verbesserungen, und durch die Kombination seiner beiden Erfindungen stellte er einen Selfaktor her, welcher nach dem allgemeinen Urtheile die größten Erwartungen übertraf, und in großer Ausdehnung zur Anwendung kam. Im Jahre 1839 waren in Großbrittannien schon über eine halbe Million Spindeln nach der Konstruktion von Sharp, Roberts und Komp., zu großer Zufriedenheit ihrer Besitzer, im Gange. Die Vortheile dieses Selfaktors sind folgende:

Der Arbeitslohn eines Spinners für je zwei Mulemaschinen wird erspart, indem nur die Kinder zum Ergänzen der abgerissenen Fäden, und ein Aufseher zu 6 bis 8 Paar Maschinen erforderlich sind. Die Garnproduktion ist um 15 bis 20 Prozent größer, als bei Hand-Mules. Das Garn hat eine gleichförmigere Drehung, und wird nicht während des Spinneus und Aufwindens ungehörig angespannt, reißt daher weniger oft, und ist, da die Fäden seltener angestückelt werden, gleichförmiger. Die Kötzer sind fester gewickelt, von besserer Gestalt und alle übereinstimmend geformt; enthalten wegen ihrer größeren Festigkeit um ein Drittel bis zur Hälfte mehr Garn (bei gleicher Größe), als die auf Hand-Mules erzeugten; unterliegen weniger der Beschädigung beim Verpacken und Versenden. Die Kosten des Einpackens und des Transportes (sofern bei letzterem das Volumen berücksichtigt wird) sind vermindert. Das Garn reißt beim Abhaspeln der regelmäßiger gewundenen Kötzer nicht so oft ab, und gibt also einen geringern Abfall. Die beim Weben zum Einschusse unabgespult verarbeiteten Kötzer sind gleichfalls weniger dem Reißen des Fadens unterworfen; und da sie mehr Garngewicht enthalten, so ist der Abfall an kleinen Resten, welche nach dem Verweben der Kötzer übrig bleiben, verhältnißmäßig geringer. Wegen der verschiedenen schon angeführten Umstände können die mechanischen Webestühle, worauf man das Garn verarbeitet, einen rascheren Gang erhalten, also mehr Ware liefern, welche letztere zugleich schöner ist, weil nicht so viel fehlerhafte, durch Fadenbrüche entstehende, Stellen darin sind.

Aus der durchschnittlichen Erfahrung von mehr als 20 Spinnereien hat sich folgendes Maß der Leistung bei den Sharp-Roberts'schen Selfaktors ergeben.

Digitized by Google

Garn-Nummer	Produktion in 12 Arbeitsstunden, von jeder Spindel: Kette.	Schuß.
16	$4\frac{1}{2}$ Schneller —	$4\frac{7}{8}$ Schneller,
24	$4\frac{1}{4}$ " —	$4\frac{5}{8}$ "
32	4 " —	$4\frac{3}{8}$ "
40	$3\frac{3}{4}$ " —	$4\frac{1}{8}$ "

Resultate von Versuchen über die Kraft, welche bei Sharp-Roberts'schen Selfaktors und bei Hand-Mules zum Betriebe während des Spinnens (Ausfahrens) erforderlich ist:

Bezeichnung der Spinnerei und der Maschinen.	Art und Feinheit des Garns.	Durchmesser der treibenden Riemenscheibe an der Schwungradwelle.	Umläufe dieser Scheibe.	Erforderliche bewegende Kraft.	Mechanisches Moment der Kraft, welche zum Spinnen eines Auszuges erfordert wird.
Birley & Kirk					
Selfaktor v. 360 Spindl.	Schuß Nr. 30—34	12 Zoll	58	30 Pfund	5463
Hand-Mule v. 180 Sp.*)	desgl.	15 "	36	26 "	3674, doppelt 7348
Leech & Vandrey					
Selfaktor v. 324 Sp. **)	Kette Nr. 36	12 "	70	36 "	7912
Hand-Mule v. 324 Sp.	desgl.	29 "	58	$16\frac{1}{2}$ "	7263
Duckworth & Komp.					
Selfaktor v. 324 Sp. . .	Kette Nr. 40	12 "	62	33 "	6424
Hand-Mule v. 324 Sp.	desgl.	47 "	36	$15\frac{1}{2}$ "	6862

Bei diesen Versuchen wurden an dem Treibriemen die in der vorletzten Spalte namhaft gemachten Gewichte angebracht, welche grade hinreichten, um die Maschine während des Herausspinnens (Ausfahrens) bis zum Anfang des Aufwindens im Gang zu erhalten. Der Umkreis der Riemenscheibe (deren Durchmesser in Spalte 3 enthalten ist) in Fußen ausgedrückt, multiplizirt mit der Anzahl von Umgängen, welche die Riemenscheibe während eines Auszuges machte (Spalte 4, gibt die Länge des Weges, den die bewegende Kraft zu durchlaufen hatte; und multiplizirt man diese noch mit der Größe der treibenden Kraft selbst (Spalte 5), so findet man endlich die Zahlen der letzten Spalte. So ist z. B. für die erste Reihe der Tabelle, wo der Durchmesser der Riemenscheibe 12 Zoll oder 1 Fuß beträgt, deren Umkreis = 3.14 Fuß, und $3.14 \times 58 \times 30 = 5463.6$ ***).

Neuere Patente auf Verbesserungen der selbstwirkenden Mule sind die von James Smith zu Deanstone cotton works in Schottland (1834) und Jos. Whitworth zu Manchester (1835).

Die Baumwollgarne werden in Strähne oder sogenannte Schneller gehaspelt, welche aus 7 Gebinden bestehen, in jedem Gebinde 80 Fäden von $1\frac{1}{4}$ Yards, im Ganzen also 840 Yards oder 980 Wiener Ellen enthalten. Die Anzahl solcher Schneller, welche zusammen 1 engl. Pfund

*) Der Versuch war unvortheilhaft für die Hand-Mule, indem für 360 Spindeln zwei Maschinen, also die Reibungen im Bewegungs-Mechanismus ꝛc. verhältnißmäßig größer waren.

**) Dieser Versuch war unvortheilhaft für den Selfaktor, indem letzterer durch einen sehr kurzen und leichten vertikalen Riemen, die Hand-Mule dagegen durch einen langen horizontalen Riemen getrieben wurde.

***) Streng genommen kann obige Vergleichung der verschiedenen Maschinen nur dann zulässig sein, wenn die Fadenlänge und die Dauerzeit des Auszuges die nämliche war, was wohl vorauszusetzen ist.

Anmerk. d. Bearb.

Digitized by Google

wiegen, ist die Nummer des Garns, wodurch dessen Feinheit ausgedrückt wird. Man spinnt von Nr. 8 bis Nr. 300 oder etwas höher, am meisten die Nummern 20 bis 100.

Die Einfuhr von Baumwolle nach den vereinigten großbrittannischen Königreichen, zum inländischen Verbrauche, war in dem mit 5. Januar endigenden Jahre:

	1836, Pfund.		1837, Pfund.
Aus den brittischen Besitzungen in Amerika	1,346220	—	1,041434,
„ „ „ „ „ Ostindien	43,404058	—	34,060055,
„ „ verein. Staaten von Nordamerika	287,346721	—	309,027306,
„ Brasilien	26,879779	—	20,822509,
„ Egypten	5,184743	—	7,465774,
„ anderen Ländern	6,789603	—	5,602602,
Summe .	370,951124	—	378,019680.
	Pfd. Sterl.		Pfd. Sterl.
Die Ausfuhr an baumwollenen Waren .	18,511692	—	13,625464,
„ „ „ Baumwollgarnen . . .	6,120366	—	6,953467,

Beil. (Hache, hatchet.) Ein bekanntes, der Art ähnliches, aber kleineres, mit einem kürzern Stiele versehenes und an der Klinge, der Regel nach, nur von einer Seite her angeschliffenes Werkzeug, welches zum Behauen des Holzes von Zimmerleuten, Tischlern, Drechslern, Wagnern, Faßbindern ꝛc. gebraucht wird. Nach seiner verschiedenen Bestimmung ist es kleiner oder größer, mit kurzer oder langer, fast gerader oder stark gekrümmter Schneide versehen. Eben so mannichfaltig als die Gestalt, sind die Benennungen desselben (z. B. Breitbeil, Handbeil, Richtbeil, u. s. w.).

Beinschwarz. (Bone-Black, Noir d'os.) Die schwarze kohlehaltige Masse, welche beim Glühen von Knochen in verschlossenen Gefäßen zurückbleibt, und die in der Technik zwei wichtige Anwendungen findet; einmal zum Entfärben gefärbter Flüssigkeiten, besonders des Zuckersyrups, und als ein schwarzer Farbstoff. Ueber diese letztere Anwendung sehe man „Elfenbeinschwarz."

Lowitz in Petersburg war der erste, der auf die fäulnißwidrige und entfärbende Wirkung der Kohle im Allgemeinen aufmerksam machte; nach ihm haben sich noch mehrere Chemiker mit genaueren Untersuchungen darüber beschäftigt. Im Jahre 1798 machte Kels Beobachtungen über die Entfärbung von Indigo, Safran, Krapp und anderen Farbstoffe haltenden Flüssigkeiten durch Kohle bekannt, stellte aber die irrige Behauptung auf, daß Beinkohle weniger wirksam sei, als Holzkohle.

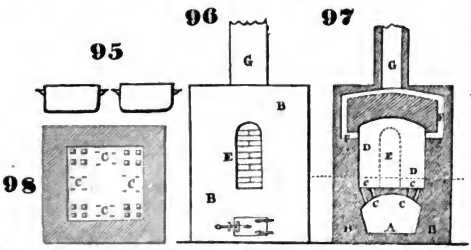
Die erste Anwendung der Kohle im Großen zum Entfärben des Zuckers bei der Zuckerraffinerie ist von Guillon in Frankreich gemacht, welcher den entfärbten und geklärten Zucker in Form von feinem Syrup in den Handel brachte, und, da dieser Zucker weit reiner und schöner war, als die damals nur bekannte Kassonade, ein bedeutendes Geschäft machte. Im Jahre 1811 publizirte Figuier in Montpellier die Resultate seiner Versuche über thierische Kohle, aus denen sich ergab, daß sie auf Essig und Wein weit kräftiger entfärbend wirkt, als Holzkohle; 1812 endlich machte Derosne den Vorschlag, thierische Kohle zum Reinigen des Zuckers in der Zuckerraffinerie zu benutzen.

Die in der Salmiakfabrik von Payen in Masse gewonnenen Knochenkohlen, die bei der trocknen Destillation von Knochen zur Darstellung von rohem kohlensauren Ammoniak, in den Retorten zurückblieben, wurden zu Versuchen über Zuckerraffinerie verwandt, und ergaben das sehr günstige Resultat, daß aus derselben Menge von Rohzucker bei Anwendung von Kohle 10 Prozent reiner krystallisirter Zucker mehr gewonnen worden, als ohne dieselbe, und daß zugleich der Lumpen- und Basterzucker, so wie auch der Decksyrup weit besser ausfällt.

Digitized by Google

Das Glühen der Knochen wird auf verschiedene Art bewerkstelligt, theils in eisernen Retorten, wie beim Glühen der Steinkohlen behuf der Leuchtgasbereitung, theils in kleinen eisernen Töpfen, die in Menge in einen Ofen eingesetzt, und darin zum Glühen erhitzt werden. Die Wahl zwischen diesen beiden Methoden hängt davon ab, ob man die Produkte der trockenen Distillation anzufangen und etwa zur Salmiakgewinnung zu benutzen beabsichtigt oder nicht. Im ersteren Falle wendet man Retorten an, deren Einrichtung in dem Artikel „Gaslicht" nachzusehen ist; im letzteren dagegen das Glühen in Töpfen, wobei man die Destillationsprodukte verloren gibt, und nur die Kohle gewinnt. Da nun die Ausbeute an kohlensaurem Ammoniak aus Knochen ziemlich gering ausfällt, die eisernen Retorten kostbar sind, und bei der Hitze, der man sie aussetzen muß, um den Inhalt an allen Punkten gehörig durchzuglühen, bald durchbrennen, da ferner auch andere Gründe nicht selten der Verbindung einer Salmiakfabrik mit der Kohlenbrennerei entgegenstehen, so verdient in vielen Fällen das Knochenbrennen in Töpfen den Vorzug.

Die Knochen werden hierbei zuerst in kleinere Stücke zerbrochen, und nun in gußeiserne Töpfe von $^3/_8$ Zoll Stärke, wie Fig. 95 gebracht, deren zweiallemal mit den Oeffnungen zusammengesetzt und mit Lehm verstrichen werden. Die Ränder der Töpfe sind zu dem Ende so eingerichtet, daß allemal der Rand des oberen in den des unteren einpaßt. Mit solchen Doppeltöpfen nun, die etwa 50 Pfund Knochen fassen, und die man in Stößen von der inneren Höhe des Ofenraumes auf einander stapelt, wird der Ofen gefüllt und nun Feuer gegeben. Die Oefen selbst, die in ihrer Einrichtung die größte Aehnlichkeit mit Töpferöfen haben, unterscheiden sich in liegende und stehende, unter welchen, wie dieß auch bei den Töpferöfen der Fall ist, die stehenden sowohl in Betreff der Gleichmäßigkeit der Hitze, als auch der Ersparung von Brennmaterial, bei Weitem den Vorzug verdienen. Fig. 96, 97 und 98 stellen einen solchen Ofen im Querdurchschnitt (in der Höhe der Sohle des Arbeitsraumes), im äußeren Aufriß und im vertikalen Durchschnitt dar. A ist der Feuerraum, der, wenn mit Holz gefeuert wird, nur einen flachen Herd zum Aufwerfen des Holzes hat, für Steinkohlen aber natürlich mit einem Roste versehen sein muß. Durch das obere Gewölbe dieses Raumes gehen die Feuerkanäle c c, durch welche die Flamme in den Arbeitsraum schlägt, und deren Anordnung sich aus Fig. 98 ergibt. BB die äußere Mauer, DD der Arbeitsraum, in den die Töpfe eingesetzt werden; E die Thür, die während des Feuerns vermauert wird. Die Züge F, die von dem oberen Ende der Seitenwände auslaufen und sich oben in dem Schornstein G vereinigen, dienen dazu, die Flamme von allen Seiten des Ofens gleichmäßig abzuleiten, und müssen daher in ziemlicher Anzahl vorhanden sein. Sehr zweckmäßig ist es, wenn man sie mit Schiebern versieht, um es so in seiner Gewalt zu haben, die Vertheilung der Hitze nach Erforderniß zu reguliren. Die Menge von Töpfen, die in einen Ofen eingesetzt werden können, richtet sich natürlich nach den Dimensionen desselben; gewöhnlich hat man ihn von der Größe, daß er 100 bis 150 Töpfe faßt. Bei liegenden Oefen ist die größte Hitze allemal im oberen Theile,



bei stehenden im unteren. Diese Temperaturdifferenz, zwischen dem unteren und oberen Raume ist jedoch bei stehenden Oefen weit geringer, als bei liegenden, und gerade hierin ist der große Vorzug der ersteren begründet. Um von der Ungleichheit der Temperatur noch in gewisser Beziehung Nutzen zu ziehen, sortirt man die Knochenstücke und setzt die Töpfe mit den größeren Stücken an die heißeste Stelle des Ofens, also bei stehenden Oefen zu unterst, bei liegenden zu oberst.

Nach dem Einsetzen der Töpfe und dem Vermauern der Thür, gibt man zuerst ganz mäßiges Feuer, steigt aber allmählig damit, bis zu guter Rothglühhitze, und läßt diese oft bis 10 Stunden andauern. Nach Verlauf dieser Zeit sperrt man den Zug des Ofens größtentheils ab, damit der innere Raum noch an sechs bis acht Stunden im Glühen bleibt, worauf man dann alle Zuglöcher öffnet, und den Ofen abkühlen läßt. Endlich bricht man die Thür auf, nimmt die Töpfe heraus, und besetzt den Ofen sofort mit neuen Töpfen, die schon im voraus fertig gemacht sein müssen.

Glüht man dagegen in Retorten, die nicht nach jedesmaliger Glühung erst abgekühlt werden können, und aus denen man die gebrannten Knochen im glühenden Zustande ausnimmt, so muß man einen eisernen Behälter zur Hand haben, der sich luftdicht verschließen läßt, in welchen man die Kohlen, so wie sie aus der Retorte kommen, wirft, um sie bei Abschluß der Luft abkühlen zu lassen.

Bei der Topfverkohlung mischen sich die stinkenden Destillationsprodukte mit der Feuerluft, wobei sie zwar zum Theil, aber nicht vollständig verbrennen, und in der ganzen Nachbarschaft einen so unerträglichen Gestank verbreiten, daß in Städten oder sonst bewohnten Gegenden der Betrieb eines Knochenverkohlungsofens nicht geduldet werden kann, wenn nicht zugleich dafür gesorgt ist, die stinkenden Dünste zu zerstören.

Das wirksamste Mittel zu diesem Zweck ist ein eigener Flammofen, den man durch ein besonderes kleines Feuer heizt, und durch den man die ganze Feuerluft des Verkohlungsofens nebst einem mäßigen Strom atmosphärischer Luft hindurchstreichen läßt.

Der Gewichtsverlust beim Glühen beträgt etwa die Hälfte des Gewichts der Knochen. Die Qualität des Beinschwarzes hängt, wie die Erfahrung lehrt, besonders von der Reinheit der Knochen ab; je vollständiger sie von fettigen, fleischigen und sehnigen Theilen gereinigt wurden, um so kräftiger entfärbend wirkt die Kohle.

Die letzte Arbeit besteht im Mahlen der Kohle, wobei man sie entweder in feines Mehl verwandelt, oder auch nur bis zu der Feinheit von gewöhnlichem Schießpulver bringt. Durch Siebe von verschiedener Feinheit ist es leicht, die gröblich gemahlene Kohle in gröbere und feinere Sorten zu sortiren.

Zum Mahlen der Kohle kann entweder eine Mühle nach Art einer Korn- oder einer Quetschmühle mit rollenden Steinen, oder auch ein Walzwerk mit stählernen Walzen dienen; um das Verstäuben der Kohle zu verhindern, umgibt man die Mühle mit einem Kasten oder Mantel.

Die Beinkohle, so wie sie im Handel vorkommt, ist von sehr verschiedener Güte, die theils, wie oben erwähnt, von der Reinheit der Knochen, theils aber auch von der Leitung der Glühhitze abhängt. Weder eine sehr heftige Glühhitze, wobei die Kohle in einen mehr verdichteten Zustand übergeht, noch auch zu schwache Hitze, wo sie noch unvollkommen verkohlte Theile enthält, ist zweckmäßig. Gleichmäßige, ununterbrochene, ziemlich lange fortgesetzte Rothglühhitze liefert die beste Kohle.

Sie besteht in 100 Theilen aus phosphorsaurem und etwas kohlensaurem Kalk, etwas Schwefeleisen, oder Eisenoxyd, zusammen 88, Kiesel und Kohle haltigem Eisen 2, Kohle, etwa $^1/_{10}$ Stickstoff haltend, 10 Theilen. Unter diesen Bestandtheilen ist es nur allein die stickstoffhaltige Kohle, der die entfärbende Wirkung inne wohnt; die übrigen Bestandtheile kommen dabei nicht in Betracht. Um die Beinkohle auf ihre Wirk-

Digitized by Google

samkeit zu untersuchen, bedient man sich gewöhnlich einer Mischung von Syrup mit Wasser, oder einer verdünnten Lösung von Indigo in Schwefelsäure. Diese letztere ist wohl am zweckmäßigsten, und wird gewöhnlich so angefertigt, daß 100 Theile der Lösung 1 Theil besten Indigo enthalten.

Außer der Beinkohle üben noch mehrere andere Arten thierischer Kohle stark entfärbende Wirkung aus, zum Theil selbst bedeutend stärker, als Beinkohle; doch findet nur diese im Großen Anwendung.

Eine interessante Tabelle über die entfärbende Kraft vieler Kohlenarten hat Bussy geliefert; die hier folgt.

Kohlenart.	Gewicht der Kohle.	Menge der entfärbten Indigolösung.	Menge der entfärbten Syruplösung.	Entfärbende Kraft für Indig, die der Beinkohle = 1.	Entfärbende Kraft für Syrup, die der Beinkohle = 1.
	Gramme	Litres			
Blut mit kohlens. Kali geglüht und ausgewaschen	1	1,60	0,18	50	20
Blut mit Kreide geglüht . . .	1	0,57	0,10	18	11
Blut mit phosphorsaurem Kalk geglüht	1	0,38	0,09	12	10
Leim mit kohlensaurem Kali geglüht	1	1,15	0,14	36	16,5
Eiweiß mit kohlensaurem Kali geglüht	1	1,08	0,14	34	15,5
Stärke mit kohlensaurem Kali geglüht	1	0,34	0,08	10,6	8,8
Kohle von essigsaurem Kali . .	1	0,18	0,04	5,6	4,4
Kohle von kohlensaurem Natron durch Phosphor	1	0,38	0,08	12	8,8
Geglühetes Lampenschwarz. .	1	0,128	0,03	4	3,3
Lampenschwarz mit kohlens. Kali geglüht	1	0,55	0,09	15,2	10,6
Beinkohle mit Salzsäure und Kali behandelt	1	1,45	0,18	45	20
Beinkohle mit Salzsäure behandelt	1	0,06	0,015	1,87	1,6
Oel mit phosphorsaurem Kalk geglüht	1	0,064	0,017	2	1,9
Rohes Beinschwarz	1	0,032	0,009	1	1

Payen hat in einer Preisschrift über die entfärbende Wirkung der Kohle gezeigt: 1. daß diese Wirkung von dem Grade ihrer Vertheilung abhängt; 2. daß sie vorzugsweise nur auf Farbstoffe, und zwar organische einwirkt, mit denen sie sich verbindet und sie so niederschlägt; 3. daß bei der Anwendung der Kohle in der Zuckerraffinerie, sie auf das Pflanzeneiweiß einzuwirken scheint, insofern sie in hohem Grade die Krystallisirbarkeit der rohen Zuckerlösungen begünstigt; 4. daß man durch sehr feine mechanische Zertheilung einer sonst unwirksamen Kohle kräftiges Entfärbungsvermögen ertheilen kann; 5. daß die Unterscheidung zwischen thierischer und vegetabilischer Kohle weniger wesentlich ist, als die zwischen matter und metallglänzender Kohle; 6. daß, wenn eine Kohle durch Beimischung einer fremden Substanz wirksamer ist, als sie allein für sich sein würde, dann diese Substanz nicht sowohl unmittelbar auf den Farbstoff einwirkt, sondern nur dazu dient, sich zwischen die Theile der Kohle zwischen zu lagern, und diese dadurch mehr zu vertheilen und lokerer zu machen; 7. daß thierische Kohle außer der entfärbenden Wirkung,

Digitized by Google

auch die schätzbare Eigenschaft besitzt, Kalk aus seiner Lösung in Wasser und Zuckersyrup in sich aufzunehmen, und so aus der Lösung fortzuschaffen; 8. daß weder vegetabilische noch irgend andere, außer thierischer, Kohle diese kalkentziehende Wirkung zeigt; 9. daß man mittelst des Dekolorimeters, d. i. einer graduirten, mit der Probeflüssigkeit (Indig oder Syruplösung) gefüllten Röhre, sehr leicht und mit Genauigkeit die entfärbende Wirkung jeder Kohlenart ausmitteln kann.

Statt der mitunter etwas kostbaren Beinkohle hat man wohl Versuche mit verkohlter Braunkohle gemacht, die sich zwar nicht so wirksam als Beinkohle, doch aber kräftiger als Holzkohle erwiesen hat. Auch eine sehr innige Mischung von 100 Theilen Thon, 20 Theile Theer, und 500 fein pulverisirte Steinkohle mit Wasser zu einem Brei angemacht, getrocknet und gebrannt, liefert eine, nicht weit hinter Beinkohle zurückstehende, kohlige Masse.

Bei dem so außerordentlich großen Kohlenverbrauch in der Runkelrüben-Zuckerfabrikation, besonders in Frankreich, mußte es als eine sehr wichtige Aufgabe erscheinen, Mittel zu finden, um dieselbe Kohle wiederholt anwenden zu können, sie also wieder zu beleben; auch ist es schon gelungen, diesen Zweck insoweit zu erreichen, daß man einmal gebrauchte Kohle noch einmal wieder gebrauchen kann, wobei jedoch ihre Wirksamkeit nach und nach abnimmt. Ein vor Kurzem patentirtes Verfahren von W. Parker besteht in Folgendem: Die gebrauchte Kohle wird, so wie sie aus dem Kohlenfiltrum kommt, sehr sorgfältig mit möglichst reinem Wasser gewaschen, so daß alle äußerlich anhängenden Zuckertheile vollständig entfernt werden. Man trocknet sie nun an der Luft oder in einem angemessenen Trockenapparate, zerkleinert die entstandenen Klumpen, und siebt sie durch ein Sieb, dessen Maschen von der Weite sind, daß 2½ Maschen auf den Längenzoll geben. Diese, solchergestalt in kleine Klümpchen zertheilte Kohle wird nun entweder mit einer kleinen Menge frischer Knochen, oder anderer thierischer Substanzen gemengt, oder auch mit etwas Oel besprengt in zylindrische eiserne Gefäße, die der Erfinder Tiegel nennt, locker eingelegt, ohne sie irgend durch Drücken oder Stampfen zu verdichten, die Tiegel dann mit Deckeln, die nur in der Mitte ein kleines Loch haben, verschlossen und verstrichen. Die gefüllten Tiegel werden nun, wie bei der gewöhnlichen Topfverkohlung, in den Brennofen eingesetzt, und geglüht, wobei die aus den frischen Knochen oder dem Oel sich entwickelnden Dämpfe und Gasarten durch die Löcher in den Deckeln der Tiegel entweichen, Feuer fangen und zur Heizung des Ofens mit beitragen. Im Uebrigen ist das Verfahren ganz dasselbe wie bei der Bereitung ganz frischer Kohle.

Die Kohle soll auf diese Art ihre entfärbende Wirksamkeit völlig wieder erlangen.

Beizen. (Mordants.) Mit diesem Namen belegt man in der Färberei und Kattundruckerei solche Substanzen, die zugleich zu der Faser und zu dem Farbstoff Verwandtschaft haben, und daher gleichsam ein Band zwischen ihnen abgeben, und so den Farbstoff auf der Faser befestigen, oder die eine solche Befestigung mehr auf mechanischem Wege bewirken, indem sie mit dem Pigment eine unauflösliche Verbindung eingeben, die, wenn sie in den Poren der Faser selbst zu Stande kommt, sich in ihnen so festsetzt, daß sie nachher durch Waschen und andere mechanische Einwirkungen nicht wieder getrennt werden kann; und die in vielen Fällen auch chemischen Einwirkungen als z. B. durch Seifenwasser und schwache alkalische Laugen widersteht. Um den Nutzen und die eigentliche Funktion der Beizmittel recht zu verstehen, muß man die chemische Beschaffenheit der Farbstoffe näher ins Auge fassen, und erwägen, daß es meistens Verbindungen sind, die, ohne eigentlich zu der Klasse der Salzbasen zu gehören, dennoch auch nicht eigentlich zu den indifferenten Stoffen

Digitized by Google

gerechnet werden dürfen, sondern mit unzweideutiger Verwandtschaft zu mehreren anderen Körpern begabt sind, insbesondere zu den Salzbasen, mit denen sie chemische Verbindungen eingehen und dadurch Aenderungen sowohl in der Farbe, als auch der Auflöslichkeit und Haltbarkeit erleiden.

Die organischen Pigmente haben im reinen Zustande sehr große Verwandtschaft zu gewissen Körpern, zu anderen nicht die geringste; einige lösen sich in reinem Wasser, andere nur durch Vermittlung gewisser Stoffe.

In solchen Fällen nun, wo ein Farbstoff schon für sich zu der organischen Faser Verwandtschaft hat, wird er sich auch ohne alle Dazwischenkunft eines dritten Stoffes mit ihr verbinden und sie färben können, vorausgesetzt, daß er für sich im Wasser unlöslich ist, wie z. B. die Farbstoffe des Safflors, des Orlean, des Indig. Die ersteren beiden lösen sich in schwachen alkalischen Laugen; man wird also, um mit ihnen zu färben, nur nöthig haben, die Faser in eine solche Auflösung einzubringen und dann durch Zusatz einer Säure den Farbstoff auszuscheiden, der sich nun chemisch mit der Faser verbindet. In dem Augenblick nämlich, wo sich der Farbstoff aus der Flüssigkeit abscheidet oder niederschlägt, befindet er sich im Zustande der höchstmöglichen mechanischen Zertheilung, und zugleich in Berührung mit der organischen Faser, zu der er eine große chemische Verwandtschaft hat. Er wird nun von der letzteren angezogen, um mit ihr in chemische Verbindung zu treten.

Man könnte nach dem bekannten chemischen Grundsatze, daß Körper im festen Zustande nicht auf einander einwirken, und sich also auch nicht verbinden, Zweifel gegen die Richtigkeit der Ansicht hegen, daß ein bereits aus seiner Lösung abgeschiedener Farbestoff sich nun noch mit der festen Fasersubstanz chemisch sollte verbinden können. Diese Zweifel werden sich durch die Betrachtung heben, daß gerade bei organischen Substanzen die Zustände wirklicher Lösung und mechanischer Suspension, oder Aufschwemmung einander oft so nahe stehen, daß man nicht immer mit Sicherheit zu entscheiden vermag, in welchem dieser Zustände sich ein Körper in einer Flüssigkeit befindet.

Daß also auch ein Farbstoff im Moment seiner Ausscheidung aus einer Flüssigkeit sich in einem an Auflösung grenzenden Zustande von Suspension befinden, und in diesem Zustande noch hinlängliche Beweglichkeit der Atome haben könne, um mit einem festen Körper, der Faser, sich chemisch zu verbinden, ist gewiß recht gut denkbar.

Beim Indig ist der Vorgang allerdings insofern etwas abweichend, als die zum Färben dienende Auflösung ihn in verändertem, reduzirten Zustande enthält, in welchem er mit gewissen Stoffen, z. B. Wolle, sich chemisch zu verbinden andere dagegen nur mechanisch zu durchdringen scheint, und später, durch Oxydation an der Luft in seinen gewöhnlichen unauflöslichen Zustand zurückgeführt, auf der Faser befestigt bleibt, so daß er durch Waschen durchaus nicht zu beseitigen ist.

Ein ganz entgegengesetzter Fall tritt bei solchen Farbstoffen ein, die für sich im Wasser löslich sind, und keine Verwandtschaft zu der Faser haben, wodurch sie sich auf derselben befestigen könnten. In solchen Fällen nun muß der Färber seine Zuflucht zu gleichsam vermittelnden Substanzen nehmen, die sowohl gegen die Substanz der Faser, als auch die des Pigments Anziehung besitzt, und durch diese zweifache Verwandtschaft das Pigment auf der Faser befestigt.

Solche vermittelnde Substanzen sind die eigentlichen **Beizen**.

Als solche dienen hauptsächlich Metalloxyde und metallische Salze; und man könnte daher vermuthen, daß bei der so großen Zahl von Metalloxyden, auch die Zahl von verschiedenen Beizen sehr groß sein müsse. Dem ist jedoch nicht so; die Bedingungen zu einer Beize, also Verwandtschaft zu den Pigmenten und der thierischen und Pflanzenfaser, so wie die Eigenschaft, mit den Pigmenten unauflösliche Verbindungen einzugehen, finden sich nur bei einer geringen Zahl von Oxyden ver-

Digitized by Google

einigt, daher denn auch die Zahl der Beizen sehr beschränkt ist. So z. B. haben zwar der Kalk, und die Bittererde Verwandtschaft zu den Farbstoffen, und vereinigen sich mit ihnen zu unlöslichen Verbindungen, aber nicht mit der Faser, und können daher auch nicht als Beize dienen.

Unter allen Beizmitteln haben sich durch lange Erfahrung Thonerde, Zinnoxyd und Eisenoxyd als die besten herausgestellt. Unter diesen können nur die ersten beiden, ihrer weißen Farbe wegen, in solchen Fällen gebraucht werden, wo das Pigment in seiner ursprünglichen Farbe, oder doch nicht bedeutend verändert auf dem Stoffe erscheinen soll; denn wenn eine Beize selbst eine Farbe hat, so stellt sie in Verbindung mit dem Pigment jederzeit eine von der Farbe der letzteren abweichende Färbung dar. Wenn, wie dieß ziemlich allgemein angenommen wird, die Beize in der That mit dem zu färbenden Stoffe eine chemische Verbindung eingeht, so handelt es sich natürlich darum, das Beizmittel unter solchen Umständen mit der Faser in Berührung zu bringen, die der Entstehung einer chemischen Verbindung möglichst günstig sind; und hierauf beruhen daher zum großen Theil die Grundsätze der Färberei.

Die Chemie lehrt, daß wenn Körper sich chemisch verbinden sollen, sie nicht nur in Berührung kommen, sondern sich dabei im höchsten Grade von Vertheilung befinden müssen. Die vorhin genannten Beizmittel aber sind für sich im Wasser völlig unauflöslich, und müssen daher durch ein angemessenes Auflösungsmittel in den flüssigen Zustand versetzt werden. Dieses Auflösungsmittel aber übt selbst eine chemische Anziehung auf das Metalloxyd aus, welche der Verwandtschaft desselben zu dem Stoffe hindernd in den Weg treten muß. Es wird also darauf ankommen, solche Auflösungsmittel aufzusuchen, die zu dem Oxyd eine schwächere Verwandtschaft haben, als die Faser des Stoffes. Unter allen Auflösungsmitteln der Thonerden z. B. ist die Essigsäure dasjenige, das sie mit der geringsten Kraft zurückhält, und eben daher wendet man gegenwärtig die essigsaure Thonerde statt des sonst allgemein üblichen Alauns an. Die Verbindung der Essigsäure mit der Thonerde hängt mit so schwacher Kraft zusammen, daß sie schon durch bloße Temperaturerhöhung aufgehoben wird. Früher wandte man, wie gesagt, Alaun statt derselben an; ohne aber den eigentlichen Grund zu kennen, gaben die französischen Färber dem römischen Alaun vor allen anderen Sorten den Vorzug, indem sie ihn ganz einfach für den reinsten hielten. Erst in den letzten Jahren hat man den wahren Grund seiner Vorzüge aufgefunden, der darin liegt, daß der römische Alaun in seiner Zusammensetzung von dem gewöhnlichen, der in Frankreich, England und Deutschland fabrizirt wird, insofern abweicht, als er verhältnißmäßig mehr Thonerde und weniger Schwefelsäure enthält. Diese überschüssige Thonerde nun wird von der Schwefelsäure weniger kräftig zurückgehalten, als die übrige, und trennt sich daher beim Beizen leichter von ihr, um mit dem Stoffe in Verbindung zu treten. Ja, wenn man eine Auflösung eines solchen Alauns bloß erwärmt, so schlägt sich die überschüssige Thonerde als basisches Salz schon vor der Siedhitze nieder. Diese Erscheinung ist beim römischen Alaun lange Zeit unbemerkt geblieben, weil er äußerlich mit einer eisenhaltigen ochrigen Masse überkleidet zu sein pflegt, und daher eine trübe Auflösung bildet, in welcher der Niederschlag von basisch schwefelsaurer Thonerde sich der Beobachtung entzog. Filtrirte man die Lösung und ließ sie wieder krystallisiren, so erhielt man gewöhnlichen Alaun, daher man denn den falschen Schluß zog, daß der römische Alaun ganz mit Unrecht dem gewöhnlichen vorgezogen würde, und daß sein einziger Vorzug in seiner eisenfreien Beschaffenheit liege.

Eine interessante Anekdote liefert hier den Beweis, daß man nicht vorsichtig genug sein kann, wenn man aus rein theoretischen Gründen eine von Alters her befolgte Verfahrungsart, die bis dahin ein gutes Resultat lieferte, zu verwerfen und abzuändern beabsichtigt. Zur Zeit da Rom unter französischer Herrschaft stand, wurde einer der ersten

Digitized by Google

französischen Chemiker hingeschickt, um die verschiedenen Manufakturen zu besichtigen, und sie dem neueren Zustande der Chemie entsprechend einzurichten. Grade die Fabrikation des römischen Alauns war einer der Industriezweige, die ihm am meisten zurück zu sein schienen; ganz besonders unvollkommen fand er die Oefen, in welchen die großen Kessel nur am Boden erhitzt wurden und nicht einmal zum Kochen gebracht werden konnten. Er rieth also, sie sofort nach einem von ihm entworfenen Plane umzuändern, aber gegen seinen Rath, der ohne Zweifel wissenschaftlich wohl begründet war, behielt man die alte, einmal als gut erprobte Einrichtung bei, und zwar, wie sich jetzt ergibt, zum wahren Heil der Fabrikation; denn hätte man die Kessel stärker erhitzt, so würde statt des basischen Alauns, der sich schon bei einer Temperatur von 54° zersetzt, gewöhnlicher Alaun erhalten worden sein.

Durch Zusatz von etwas Kali läßt sich übrigens der gewöhnliche Alaun in den basischen Zustand des römischen versetzen, und leistet dann dieselben Dienste, vorausgesetzt, daß er eben so rein ist.

Entspricht nun eine Beize den beiden Hauptanforderungen, daß sie nämlich sich in Auflösung befindet, und die Basis leicht fahren läßt, so darf man annehmen, daß sie ihren Zweck erfüllen wird.

Der zu beizende Stoff wird um so mehr Beize mit sich verbinden, je konzentrirter die Auflösung desselben ist. Wenn z. B. bei der Kattundruckerei verschiedene Stellen desselben Gewebes mit derselben Beize, nur in verschiedenem Grade von Konzentration bedruckt werden, so erscheinen diese Stellen beim nachherigen Ausfärben je nach der Stärke der Beize mehr oder weniger intensiv gefärbt. So lassen sich durch Beizen mit essigsaurer Thonerde in verschiedener Konzentration, und Ausfärben in derselben Krappflotte, alle Töne vom sattesten Roth bis zum blassesten Hellroth darstellen; durch essigsaures Eisen und Krapp alle Abstufungen von Schwarz bis Hellviolett. Daher denn also der verschiedene Grad der Verdünnung der Beizen für die darzustellenden Farben von größter Wichtigkeit ist. (M. s. „Kattundruckerei“ und „Krapp.“)

Soll eine Beize topisch, d. h. nur auf gewissen Stellen eines Gewebes aufgebracht werden, um so beim nachherigen Ausfärben ein Muster darzustellen, so muß man sie mit Stärke oder Gummi zu einem dünnen Brei verdicken, theils damit sie nicht ausfließt, theils auch, damit sie in hinlänglicher Menge aufgetragen werden könne. Stärke eignet sich am besten für mehr neutrale, Gummi für stark saure Beizen. Die Menge des Verdickungsmittels darf aber gewisse Grenzen nicht überschreiten, weil sonst die Verbindung der Beize mit der Substanz des Gewebes, erschwert wird. Ebenso darf die verdickte Beize nicht von leicht austrocknender Beschaffenheit sein, weil sie sonst zu schnell erhärtet, und der Basis keine Zeit läßt, sich mit der Faser so innig zu verbinden, wie dieß bei langsamer Verdunstung des Wassers und der Säure der Fall sein würde. Man hängt daher die gebeizte Waare am besten so auf, daß sie nur allmählig trocknet, und wenn, wie bei der Eisenbeize, eine höhere Oxydation bezweckt wird, so, daß sie dem Zutritt der atmosphärischen Luft gehörig exponirt wird. Es ist daher sehr gut, wenn der Werkführer einer Kattundruckerei mit allen kleinen Umständen und chemischen Vorgängen, die hiebei in Betracht kommen, genau bekannt ist. Bei kaltem, feuchten Wetter muß er sein Trockenhaus heizen, damit die Verdampfung nicht allzu langsam und unvollständig von Statten gehe; bei ungewöhnlicher trockener Witterung dagegen das Verdickungsmittel mit zerfließlichen Substanzen mischen, um die Austrocknung zu verzögern, worüber der Artikel „Kattundruckerei“ das Nähere enthält.

Gesetzt aber auch, die Beize wäre völlig regelrecht angebracht, und getrocknet, so ist darum die Arbeit noch keineswegs fertig, es sind vielmehr, bevor man zum Ausfärben schreiten kann, noch sehr wesentliche Vorbereitungen unerläßlich.

Nicht nur Beize und Gewebe sollen sich verbinden, sondern eben diese

Digitized by Google

Verbindung soll sich wiederum mit dem Pigmente vereinigen; so muß daher völlig bloßgelegt, d. h. von allen fremdartigen Theilen, die den freien Zutritt des Farbebades verhindern würden, vollständig gereinigt werden. Zu diesem Zwecke dienen zwei besondere Operationen, das Kuhmistbad und das Waschen.

Träte die Gesammtmenge der aufgebrachten Beize in Wirkung, und verbände sich ihr ganzer Gehalt an Base mit dem Zeuge, so würde schon ein einfaches Spülen oder Auskochen hinreichen, um das schleimige Verdickungsmittel wegzubringen; daß ist jedoch nie der Fall, so sehr man sich auch bemüht haben möge, die Verbindung der Base mit dem Zeuge zu befördern. Bei der breiartigen Beschaffenheit der Beize kommt ein Theil derselben mit der Faser gar nicht in unmittelbare Berührung, und auch von dem Theile, der mit ihr zur Berührung gelangt, kann aus den oben entwickelten Gründen nur ein Theil, nach Maßgabe des chemischen Gleichgewichts, mit ihr in Verbindung treten. Alle diese überflüssigen Theile der Beize müssen daher vor dem Ausfärben beseitigt werden, theils weil sie sonst die Farbe zu früh niederschlagen, und ihren Zutritt zu dem Innern der Fäden verhindern, theils auch, weil sie sich in dem Farbebade lösen, und dessen richtige Beschaffenheit stören würden.

Wollte man nun die Zeuge geradezu in Wasser bringen, so würde sich die freie Beize darin lösen, und auch mit den Theilen des Zeuges in Berührung kommen, die man gar nicht zu beizen, sondern beim Ausfärben weiß zu behalten beabsichtigte.

Es kommt also darauf an, dem Waschwasser eine Substanz zuzusetzen, die sich mit der Beize in dem Augenblick, wo sie sich von dem Zeuge abspült, zu einer unauflöslichen Verbindung vereinigt, sie also niederschlägt und somit außer Stande setzt, auf das Gewebe oder die Farbebrühe irgend eine Wirkung zu üben. Hiezu dient nun gerade der Kuhmist. Dieser enthält Eiweiß, Gallenharz, einen eigenthümlichen Extraktivstoff, von Morin Bubulin genannt, Schleim und noch andere Stoffe, die sehr geneigt sind, sich mit den Bestandtheilen der Beize zu unlöslichen Verbindungen zu vereinigen, und zu koaguliren. Man vermischt ihn mit Wasser, erhitzt das Bad je nach den Umständen zum Kochen oder auch nur auf einen niederen Wärmegrad, und haspelt das zu reinigende Gewebe darin herum. (M. s. „Kuhmistbad".)

Die günstige Einwirkung des Kuhmistes aber erstreckt sich noch weiter, als bloß auf die Beseitigung der überflüssigen Beize; er dient nämlich mit dazu, theils durch die erhöhete Temperatur des Bades, theils auch wohl durch seine schwach alkalische Beschaffenheit, die bereits mit dem Zeuge verbundene Base durch Entziehung der noch vorhandenen Säure, noch mehr zu befestigen, und übt dadurch einen großen Einfluß auf die Lebhaftigkeit und Haltbarkeit der Farben.

Nach dem Kuhmistbade wird die Waare endlich im Waschrade gewaschen, um sie völlig zu reinigen und alle in den Poren etwa mechanisch abgelagerte Thonerde oder sonstige Rückstände von der Beize fortzuschaffen; worauf man dann zum Ausfärben schreiten kann. M. s. noch „Bleichen" und „Kleie."

Zum Schluß dieses Artikels mögen noch einige Bemerkungen über die Anwendung adstringirender Substanzen, besonders der Galläpfel, folgen, die von mehreren Schriftstellern zu den Beizen gerechnet werden. Die unverkennbar wichtige Rolle, die sie zur Befestigung mehrerer Farbstoffe spielen, ist außer allem Zweifel; wie aber diese Wirkung zu erklären sei, läßt sich zur Zeit noch nicht mit Bestimmtheit sagen. Von der Anwendung in der Schwarzfärberei ist natürlich nicht die Rede, denn hier dienen sie nicht etwa als Beize, sondern vielmehr zum Ausfärben, um mit der Eisenbeize verschiedene Nüanzen von Schwarz und Violett darzustellen, sondern vielmehr von ihrer Wirkung bei der Krapp-, insbesondere der Türkischroth-Färberei.

Alles was sich bis jetzt darüber sagen läßt, beschränkt sich darauf, daß

Digitized by Google

der Gerbstoff, oder vielmehr die Gerbsäure, deren eigenthümliche Wirkungsart hiebei unerklärt ist, sich, wie das Metalloxyd oder die Base einer Beize mit der Substanz der Faser verbindet, und nachher das Pigment auf sich niederschlägt, und so auf dem Zeuge befestigt. Da aber die Gerbsäure, wenigstens das rohe Galläpfelextrakt eine bräunliche Farbe hat, so nehmen auch die Zeuge durch das Galliren eine schwach bräunliche Farbe an, daher diese Befestigungsart bei weißen Gründen nicht wohl anwendbar ist. Sollen indessen nur weiße Stellen auf einem, mit Oel und Gallus vorbereiteten Zeuge entstehen, so kann man diese durch Chlor oder Chromsäure bewirken, die man nach der im Artikel „Kattundruckerei“ beschriebenen Art topisch anbringt.

Benzoe. (Benjamin, Benzoin, Benjoin.) Aus dem, auf Java, Sumatra, Santa Fe, und dem Königreich Siam, wachsenden Baume Styrax benzoin, der zur natürlichen Familie der Ebenaceen gehört, gewonnen. Sie fließt zum Theil von selbst, besonders aber durch künstliche Einschnitte in den Stamm und die Zweige aus, und trocknet bald an der Luft zu einer spröden Masse aus. Sie kommt im Handel in Form von unregelmäßigen Klumpen vor, die auch im Innern ein verschiedenartiges Ansehen besitzen, und ein Aggregat von reinen, fast weißen, mandelartigen Stücken, und einer unreinen bräunlich gelben Masse darstellen. Der Bruch ist muschlig und wachsglänzend, der Geruch angenehm vanilleartig. Beim Schmelzen wird ein Theil der in ihr enthaltenen Benzoesäure in Verbindung mit flüchtigem Oel sublimirt, vollständiger jedoch gelingt die Ausziehung der Säure auf nassem Wege. Nach Stolze löst man die Benzoe in der dreifachen Menge Alkohol von 75 Prozent; bringt die Auflösung in eine Retorte, neutralisirt sie, oder vielmehr die in ihr enthaltene Benzoesäure genau mit einer Auflösung von krystallisirtem kohlensauren Natron in 8 Theilen Wasser und 3 Theilen Alkohol, und setzt endlich noch das Doppelte vom Gewicht der Benzoe Wasser hinzu, destillirt nun den Alkohol ab, trennt das ausgeschiedene Harz von der wässerigen Lösung, die benzoesaures Natron enthält, und fällt endlich die Säure durch Schwefelsäure. Auf diesem Wege gewinnt man an 18 Prozent. Die Benzoe ist im Alkohol bis auf die etwa in ihr enthaltenen fremdartigen Theile vollständig, in Aether größtentheils, in flüchtigen und fetten Oelen dagegen nur in geringer Menge löslich.

Unverdorben hat außer Benzoesäure und etwas flüchtigem Oel drei verschiedene Harze in ihr entdeckt, die jedoch bis jetzt noch keine technische Anwendung gefunden haben.

Die Benzoe dient besonders zur Anfertigung von Parfümerien, und wird hierzu in Menge verbraucht; z. B. zu Räucherkerzen, Poudre à la maréchale etc. Die weingeistige Lösung mit Wasser gemischt, liefert die sogenannte Jungfermilch. Sie geht ferner in die Mischung mehrerer Firnisse ein, z. B. für Tabakdosen, Spazierstöcke ꝛc., um solchen gefirnißten Sachen einen vanilleartigen Geruch zu geben, wenn sie in der Hand warm werden. Sie wird endlich auch der Hausenblasenlösung, die zur Bereitung des englischen Pflasters dient, zugesetzt.

Berberitze. (Barberry.) Die Wurzel dieser Pflanze enthält einen gelben Farbstoff, der im Wasser und Weingeist löslich ist, und durch Alkalien braun wird. Die Lösung dieses Farbstoffes wird bei der Anfertigung des Maroquin-Leders gebraucht.

Bergseife. (Mountain soap; savon de montagne.) Ein dem Thone nahe stehendes, sanft und fettig anzufühlendes, durch den Strich glänzend werdendes Mineral von bräunlich schwarzer Farbe. Im Wasser zerfällt es zu einem Pulver, ohne eine eigentliche plastische Masse zu bilden, wie dieß beim Thon der Fall ist. Sie besteht in 99, 5 Theilen aus 44, 0 Kieselerde; 26, 5 Thonerde; 8, 0 Eisenoxyd; 0, 5 Kalk und 20, 5 Wasser, und kommt auf der Insel Skye in Schottland auf Lagern

Digitized by Google

abwechselnd mit verschiedenen Thonarten, außerdem bei Bilin in Böhmen und anderen Orten vor. Die Bergseife darf durchaus nicht, wie dieß mehrfach geschehen ist, mit Speckstein verwechselt werden.

Bergwerke (mines, Mines). Unter der unermeßlichen Zahl verschiedener Gesteinsmassen, die die Rinde unseres Erdballs zusammensetzen, weist die Geognosie eine gewisse, sich gleich bleibende Anordnung nach, und vertheilt darnach dieselben unter eine Anzahl von Gruppen, die Gebirgsformationen oder Ablagerungen genannt werden. Ein sehr großer Theil dieser Massen ist geschichtet, d. h. durch ziemlich parallele Absonderungen in gerad- oder krummflächige, im Verhältniß zu ihrer Längen- und Breitenausdehnung nur dünne tafelförmige Theile getrennt; man nennt sie geschichtete Formationen. Andere Massen dagegen kommen in unregelmäßigen, größeren und kleineren Blöcken, ohne alle parallele Begrenzung, zertheilt vor: massige Formationen.

Die geschichteten Massen werden in zwei große Klassen eingetheilt; das Ur- oder Grundgebirge oder Grundschiefergebirge und das sekundaire Gebirge. Die erstere dieser Bildungen scheint in einer Zeit ihren Ursprung genommen zu haben, die der Schöpfung organischer Wesen weit vorherging, denn man findet darin keine Spur von animalischen oder vegetabilischen Ueberresten; während die sekundairen Massen mehr oder weniger solche Ueberbleibsel, Versteinerungen, enthalten, und oft fast ganz daraus bestehen.

Ein zweiter Unterschied zwischen dem Ur- und dem sekundairen Gebirge liegt in der Richtung der Schichten, die bei dem ersteren gewöhnlich fast vertikal oder doch sehr stark geneigt, bei dem letzteren im Allgemeinen mehr horizontal ist.

Zwischen dem Ur- und dem sekundairen Gebirge finden wir häufig Massen, deren Bildungsperioden zwischen denen jener anderen in der Mitte zu stehen scheinen, und die so einen Uebergang vermittelu, deren Schichten zwar stark geneigt sind, die aber doch schon Spuren belebter Wesen zeigen. Man nennt sie das Uebergangsgebirge.

Auf der Grenze zwischen diesem letzteren wieder, und den eigentlich sekundairen Gebirgsformationen kommt an vielen Punkten der Erdrinde ein äußerst wichtiges und interessantes Gebilde vor, das sogenannte Steinkohlengebirge, welches vorzüglich in Großbritanien so außerordentlich verbreitet ist. Die Kohlenschichten oder Flötze haben gewöhnlich die Gestalt großer Mulden, und wechseln mit parallelen Schichten von Sandstein, Schieferthon, Eisenstein und auch wohl Kalkstein, ab.

Bei der Schichtung einer Gebirgsmasse hat man auf das Fallen und das Streichen der Schichten zu achten. Unter dem Fallen versteht man den größten Winkel, den die Schichten mit dem Horizonte machen; unter Streichen dagegen das Azimuth, oder den Winkel, den eine auf der Schichtungsebene gezogene gerade horizontale Linie mit der Mittagslinie einschließt, der also mittelst des Kompasses aufgefunden werden kann. Da die Ebenen, in denen Fallen und Streichen gemessen wird, sich rechtwinklig schneiden, so ergibt sich, wenn die Lage der Ebene, in der das Fallen beobachtet wird, bekannt ist, die Lage der anderen Ebene, also das Streichen von selbst, und umgekehrt. Sagt man also z. B., daß die Schichten gegen Ost oder West einfallen, so folgt, daß sie nach Nord und Süd streichen. Auf die kleinen Unregelmäßigkeiten in den Schichtungsebenen wird hiebei keine Rücksicht genommen, eben so, wie bei dem Lauf eines Flusses im Allgemeinen die kleinen Windungen, die er etwa macht, außer Acht gelassen werden.

Unter Stöcken versteht man solche Ablagerungen, die sich nicht in parallelen Lagen weit fort erstrecken, sondern, wenn auch eine ganz unregelmäßige Gestalt, doch mehr oder weniger gleiche Dimensionen haben, und dabei gewöhnlich ganz oder zum Theil von verschiedenen Gebirgs-

Digitized by Google

lagern umgeben sind. Kommen solche Stöcke zwischen zwei horizontalen oder geneigten Lagern eingelagert war, so zeigen sie oft eine Schichtung, und werden dann liegende Stöcke genannt.

Kreisförmige Stöcke kommen auch mitunter im Innern massiger Gebirge oder in muldenförmigen Lagern vor.

Nester sind kleinere Stöcke, die von einem und demselben Lager umschlossen werden, gewöhnlich eine unregelmäßig rundliche Gestalt besitzen, und aus einer oder mehreren, von dem umhüllenden Lager abweichenden Massen bestehen, dabei häufig eine poröse, zum Theil lockere Beschaffenheit haben.

Gänge oder große Adern, sind flache, nicht parallel begränzte, sondern gewöhnlich etwas keilförmig auslaufende Massen, die sich mehr oder weniger weit forterstrecken, und nicht in paralleler Richtung mit den Begränzungsflächen der Lager, in denen sie vorkommen, stehen, sondern sie fast rechtwinklich durchschneiden, wobei sie oft durch mehrere verschiedene Lager hindurch gehen. Nicht selten sind die Gänge in ihrer geraden Forterstreckung plötzlich unterbrochen, und laufen eine kurze Strecke auf der Grenze zweier Lager fort; sehr häufig zertheilen sie sich in mehrere Verästelungen, Gangtrümmer. Die Gangmasse ist fast jederzeit von dem Nebengestein, d. h. dem Gestein des Lagers, durch welches sie gehen, durchaus verschieden, oder wenn sie ja aus derselben Substanz besteht, hat sie doch ein ganz verschiedenartiges Ansehen.

Dieses eigenthümliche Vorkommen und die ganze Gestaltung der Gänge, die als die Haupt-Erzstätten schon seit den ältesten Zeiten die besondere Aufmerksamkeit der Bergleute und Mineralogen auf sich gezogen haben, führt zu der Vermuthung, daß es ursprünglich Spalten waren, die nach dem Erhärten einer Gebirgsmasse in ihr entstanden, und sich sogleich oder auch erst später mit fremdartigen Theilen füllten.

Die Richtigkeit des ersten Punktes dieser Annahme unterliegt wohl keinem Zweifel, denn es geht aus der Gestaltung sehr vieler Gänge mit augenscheinlicher Gewißheit hervor, daß Bewegungen oder Verrückungen des Gesteins Statt gehabt haben müssen. So z. B. sieht man oft, daß die zu beiden Seiten eines Ganges liegenden Theile des Lagers sich nicht mehr in der ursprünglichen gegenseitigen Lage befinden, und daß sich das Lager an der einen Seite des Ganges bedeutend über den entsprechenden Theil an der andern Seite desselben gehoben oder unter ihn gesenkt hat. Hinsichtlich der Art aber, wie sich diese Spalten nachher gefüllt haben mögen, läßt sich noch keine völlig genügende Erklärung geben, wenngleich schon mehrfache Hypothesen darüber aufgestellt sind. Bei solchen Gängen, die sich nach oben zu erweitern, nach unten dagegen keilförmig zusammenziehen, scheint es fast, als sei die Gangmasse im flüssigen Zustande gleichsam wie in einen Trichter in sie eingedrungen, und habe so abgerundete Geschiebe und organische Ueberreste mit in die Spalten eingeführt. In anderen Fällen scheinen andere Erklärungsarten mehr Wahrscheinlichkeit für sich zu haben, denn sehr häufig nimmt ein Gang nach unten hin an Mächtigkeit zu, und keilt sich nach oben aus. Man sucht dieß durch die Annahme eines gewaltsamen Druckes zu erklären, der von unten das Gestein gesprengt, und auseinander getrieben, und so die Sprünge erzeugt, zugleich auch die Substanzen der Gangmasse in flüssigem Zustande in sie eingetrieben habe; worauf diese dann allmählig erstarrt, und in den krystallisirten Zustand übergegangen sei, der einen so wesentlichen Charakter der Gangmassen bildet.

Die zweite dieser Hypothesen, wonach sich also die Gänge von unten her gefüllt haben sollen, erklärt weit ungezwungener als die andern die meisten Verhältnisse der Gänge, wie z. B. die Anderungen des Gesteins in ihrer Nähe, die krystallinische Beschaffenheit der Gangmassen, die mit kleinen Krystallen ausgekleideten Druſenräume, und noch eine

Digitized by Google

Menge kleiner Einzelnheiten. So findet man bisweilen große Krystalle an den Wänden hohler Gänge, deren untere Seiten mit zarten Krystallen von Schwefelmetallen, Arsenikverbindungen und anderen metallischen Anflügen überzogen, deren obere Seiten dagegen völlig rein und glatt geblieben sind; eine Erscheinung, die auf eine allmählige Sublimation dieser Steffe von unten her, und ihre Verdichtung und Ablagerung auf der unteren Seite der Krystalle schließen läßt, und die zugleich einen gewichtigen Grund für die Annahme eines feuerigen Ursprunges der erzführenden Gänge liefert.

Sehr häufig erscheint der Inhalt der Gänge aus mehreren verschiedenen Mineralien bestehend, unter welchen in der Regel eines vorwaltet, während die übrigen nur in kleineren Mengen, in Krystallen, Nieren, Körnern, oft in fast unsichtbar fein vertheiltem Zustande in die Hauptmasse eingesprengt vorkommen. Der nicht metallische gewöhnlich mehr äußere Theil der Gänge wird die Gangart genannt.

Da die Gänge ebenso, wie die Schichten eines Gebirgslagers, flache, ziemlich tafelförmige Massen sind, so kann man eben so, wie bei jenen, ihre Lage nach Streichen und Fallen bestimmen.

Adern sind nichts weiter, wie kleine Gänge, die nicht selten größere Gänge quer durchkreuzen, und sich oft nach allen Seiten hin verästeln.

Eingesprengt nennt man ein Erz, wenn es in zarten Krystallkörnern, Nadeln, Blättchen, Kügelchen und anderen Formen in einem Gesteine enthalten ist.

Gerade solche Erze, die dem Menschen die unentbehrlichsten Metalle darbieten, sind von dem weisen Schöpfer in reichen, ausgedehnten Lagerstätten aufgehäuft, und erscheinen theils in großen Gebirgsstöcken, theils in Gängen, Adern, Nestern, kleineren Konkretionen, oder selbst in Verbindung mit steinigen und erdigen Beimengungen, in ganzen Lagern, und bilden so den eigentlichen Gegenstand des Bergbaues. Zwar gibt es kaum eine geologische Formation, in der nicht hie und da schon das Vorkommen von Erzen beobachtet wäre, bei Weitem die meisten aber treffen wir in dem Urgebirge, dem Uebergangsgebirge und auch noch den unteren Formationen des sekundairen Gebirges an; von der Mitte dieses letzteren an aber hört ihr Vorkommen größtentheils auf; nur Eisenerze erscheinen noch in den jüngeren Gebirgsmassen, ja selbst bis zur Formation der Kreide, wo sie dann aber ebenfalls verschwinden, oder doch nur noch in geringer Menge und feiner Zertheilung eine bloße Färbung anderer Massen bedingen.

In Europa sind der Gneis und Glimmerschiefer die haupterzführenden Gesteine; kaum möchte es ein Erz geben, das nicht in ihnen vorkommt, und viele finden sich nirgend anders. Das Uebergangsgebirge, so wie die unteren Formationen der sekundairen Gebirgsmassen, sind im Allgemeinen nicht nur ärmer, sondern zeigen auch keineswegs eine solche Mannigfaltigkeit in metallischen Verbindungen. Allein dieses, in England, Deutschland, Frankreich, Schweden und Norwegen so allgemein beobachtete Auftreten der Erze beruht keineswegs etwa auf einem allgemeinen Gesetz, denn in Amerika z. B. ist unter den mittleren Breitegraden der Gneis ein wenig erzführendes Gestein, wogegen jüngere Gebilde, als Thonschiefer, Syenitporphyr, Uebergangskalk, und mehrere sekundaire Massen bei Weitem den größten Theil der unermeßlichen Erzlagerstätten dieses Welttheiles einschließen.

Nicht alle Verbindungen der Metalle kommen in der Natur gleich ausgebreitet vor; einen sehr großen Theil aller der vielen Erze, die wir in den mineralogischen Lehrbüchern aufgeführt finden, bilden nur ganz untergeordnete Parthien in den Höhlungen größerer Massen oder Gänge. Die Zahl der wirklich nutzbaren Erze ist nur gering, und beschränkt sich fast ganz auf Schwefelmetalle, Oxyde und kohlensaure Salze. Hie und da zwar bilden einige unter ihnen wohl größere selbstständige Massen, sehr gewöhnlich aber sind sie mit Quarz, Feldspath, kohlen-

Digitized by Google

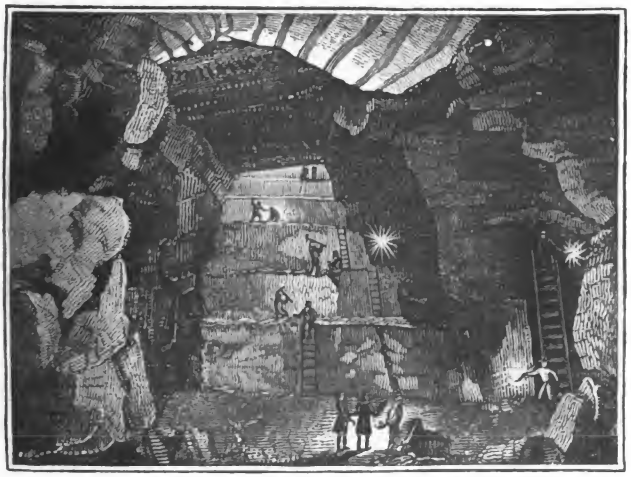
ſaurem Kalk, und anderen erdigen Mineralien gemengt, die dann die Hauptmaſſe bilden, wie dieß in eigentlichen Gängen immer der Fall iſt. Findet man nicht ſelten Gänge, Neſter und andere Erzlager, die nur ein und daſſelbe Erz führen, ſo kommen doch häufiger noch verſchiedene Erze mehr oder weniger innig gemengt vor, die, zum Theil von gleichzeitiger Entſtehung auch nicht anders als zuſammen gewonnen werden können; zum Theil, ſichtlich zu verſchiedenen Zeiten entſtanden, und nur in oberflächlicher Verbindung, ſich ohne Schwierigkeit von einander abſondern laſſen.

Die wichtigeren Erze und das geologiſche Vorkommen eines jeden derſelben ſind in den Artikeln über die betreffenden Metalle nachzuſehen.

So wie in der eigentlichen Baukunſt die beſte Unterrichtsmethode darin beſteht, ihre Meiſterwerke darzulegen, und zu erklären, weil dieſe am klarſten, durch Vermittlung des Auges zu dem Verſtande ſprechen, ſo auch bei Unterweiſung im Bergbau.

(Anſicht einiger Arbeiten in einem Bergwerke, insbeſondere des ſogenannten Straßenbaues, wovon weiter unten gehandelt wird.)

99



Unglücklicherweiſe aber iſt es weit ſchwieriger einen Geſammtüberblick eines Bergwerkes zu geben, als ein Gebäude darzuſtellen, weil man ein Bergwerk nicht wie ein Haus von einem einzigen Punkte aus überſehen kann. Die unterirdiſchen Bauten liefern unzweifelhaft gar ſchöne Beiſpiele von dem, was menſchliche Anſtrengung in Jahrhunderte lang andauernder unermüdeter Thätigkeit mit Benützung aller, durch menſchlichen Erfindungsgeiſt und Wiſſenſchaft dargebotenen Hülfsmittel zu leiſten vermag, allein, ſo intereſſant, ſchön und großartig dieſe Werke an ſich ſein mögen, ſo unmöglich iſt es, ſie in einem einzigen Panorama dem Auge anſchaulich zu machen. Nur mit Hülfe geometriſcher und geologiſcher Kenntniſſe iſt es möglich, einen klaren Ueberblick über ein Bergwerk, ſei es im Allgemeinen, ſei es in ſeinen Einzelnheiten, zu erlangen, und gerade hierin liegt wohl der Grund, daß dieſe, oft ſo ungeheuren unterirdiſchen Werke, in denen viele Meilen

Digitized by Google

lange, durch das härteste Gestein hindurch gearbeitete Wege nicht zu den Seltenheiten gehören, im gemeinen Leben so wenig bekannt sind, und so geringe Berücksichtigung finden. Und wenn einmal ein Laie aus Neugierde oder Interesse sich in diese dunklen Abgründe hinabbegibt, so stellen sich ihm nur einzelne isolirte Gegenstände dar, die er oft mit einer gewissen Scheu, selbst mit Widerwillen ansieht; von der regelmäßigen Lagerung der Mineralkörper, von den Gesetzen, die dieser Lagerung zum Grunde liegen, und die den kenntnißreichen Bergmann bei seinen schwierigen Nachsuchungen leiten müssen, hat er selten einen Begriff.

Es sind in dem gegenwärtigen Artikel die interessantesten und lehrreichsten Beispiele von Bergwerken aus den besten und zuverlässigsten Quellen zusammengetragen; besonders ist ein großer Theil der Zeichnungen aus dem Atlas des vortrefflichen, im Buchhandel gar nicht mehr vorkommenden Werkes von Héron de Villefosse entnommen.

Die englischen Bergleute unterscheiden fünf verschiedene Arten von Erzlagerstätten;

1. Die rake vein; der eigentliche Gang; in Gestalt einer gewöhnlich durch mehrere Gebirgslager hindurchsetzenden, meistentheils unter einem großen Winkel, selbst vertikal einfallenden, mit einer fremdartigen Masse, zum Theil Erzen, gefüllten Spalte; wie schon oben erörtert ist.

2. Die pipe vein; ein verhältnißmäßig schmales, ziemlich mächtiges, und gewöhnlich auf der Grenze zwischen anderen Gebirgslagern eingebettetes Erzlager, welches dem Einfallen dieser Lager folgt, daher zum Theil mehr horizontal, zum Theil aber auch unter einem größeren Winkel gegen den Horizont geneigt ist.

3. Die flat- oder dilated vein; das eigentliche Erz-Lager, welches in ähnlicher Art wie ein Kohlenflötz von verhältnißmäßig geringer Mächtigkeit, dagegen aber oft bedeutender Ausdehnung in Länge und Breite zwischen anderen Gesteinslagern liegt, und daher mit diesen gleiches Fallen und Streichen hat. Auch hier nennt man, wie bei den Gängen, das Gestein zu beiden Seiten das Nebengestein, im Besonderen aber das über dem Erzlager liegende Gestein das Hangende, dagegen das Gestein unter demselben, das Liegende. Solche Lager sind, eben so, wie dieß auch bei den Kohlenflötzen so oft vorkommt, nicht selten unterbrochen, verworfen, und durch andere Lager ganz abgeschnitten. Werden metallführende Lager von Klüften durchsetzt, so sind sie oft an diesen Stellen besonders reich. Zwischen den Erzlagern und Kohlenflötzen ist jedoch der Unterschied, daß, während die letzteren gewöhnlich ziemlich parallele Begränzungsflächen haben, die ersteren hierin sehr häufige Abweichungen zeigen, und bald größere bald geringere Mächtigkeit annehmen. Die Erzlager verhalten sich in dieser Beziehung den Gängen fast gleich.

4. Die interlaced veins, Stockwerke; bestehen in einem, von unzähligen schmalen erzführenden Gängen oder Adern in allen möglichen Richtungen durchsetzten Gebirgslager; sie kommen fast nur im Urgebirge vor, und sind besonders für die Zinngewinnung von großer Wichtigkeit. M. s. „Zinn".

5. Endlich die accumulated veins, Putzen; worunter man das Vorkommen vieler einzelner Erznester in einem größeren Gebirgslager versteht.

Von welcher Wichtigkeit für den Bergmann die Natur der Gangart, d. i. der neben dem nutzbaren Erze in einem Gange oder Lager vorkommenden Mineralkörper, sein müsse, läßt sich leicht ermessen. Denn, wenn sie gleich an und für sich wenig oder keinen Werth haben, und gewöhnlich aus Quarz, Kalkspath, Flußspath, Schwerspath und anderen erdigen Mineralien bestehen, so kommen sie doch besonders in so fern in Betracht, als sie nicht selten durch ihre Beschaffenheit, z. B. das mehr oder weniger krystallinische Gefüge, ihr löcheriges, poröses An-

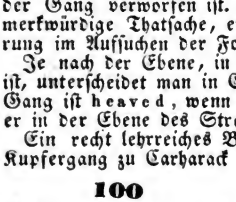
Digitized by Google

sehen, u. dgl. dem Bergmann oft einen nützlichen Fingerzeig bei der Verfolgung eines Ganges geben, und durch ihr verschiedenes Zusammenvorkommen, das Auftreten dieser oder jener Erze charakterisiren, und die, oft so schwierige Frage, ob man einen Gang mit Wahrscheinlichkeit eines guten Erfolges weiter bebauen solle, oder nicht, beantworten helfen.

Daß die Gänge in ihrem Laufe vielfachen Aenderungen unterliegen, ist bereits erwähnt. Besonders interessant ist der Fall, wo ein Gang durch einen anderen, ihn kreuzenden, plötzlich abgeschnitten wird, jedoch in mehr oder weniger großer Entfernung von dieser Stelle in derselben Richtung mit der anfänglichen, nur in einer anderen Ebene, wieder fortläuft. Man sagt dann, er sei verworfen. Findet eine solche Verwerfung eines Ganges durch einen anderen, ihn schräg durchkreuzenden Statt, so setzt er ganz gewöhnlich an der Seite des stumpfen, nicht des spitzen, Winkels fort, eine Beobachtung, die sich namentlich auch in den Cornwalliser Bergwerken durchgehends bestätigt; ja, man findet sogar sehr gewöhnlich, daß je stumpfer der Winkel, um so stärker auch der Gang verworfen ist. Durch diese, auch in geognostischer Hinsicht merkwürdige Thatsache, erwächst dem Bergmann eine große Erleichterung im Aufsuchen der Fortsetzung eines verworfenen Ganges.

Je nach der Ebene, in welcher ein Gang verschoben oder verworfen ist, unterscheidet man in Cornwallis zwei Arten von Verwerfung. Ein Gang ist heaved, wenn er in der Ebene des Fallens, started, wenn er in der Ebene des Streichens verschoben ist.

Ein recht lehrreiches Beispiel in dieser Beziehung liefert der große Kupfergang zu Carharack im Kirchspiel von Gwenap. (Fig. 100.) Er



hat eine Mächtigkeit von 8 Fuß, streicht fast genau von Ost nach West, und fällt nach Norden mit zwei Fuß pr. Lachter ein. Das Ausgehende ist im Killas, einem grünen Thonschiefer, während er in der Tiefe in den Granit eintritt. Er ist, wie die Figur zeigt, zwei Mal verworfen, das eine Mal durch die Kluft h (Stevens fluckan), die sich von Nordost nach Südwest erstreckt, und den Gang mehrere Lachter verwirft, und zweitens durch die Kluft i, die fast rechtwinkling gegen die erste läuft und den Gang um 20 Lachter nach der rechten Seite verschiebt. Beide Male setzt der Gang nach der Seite des stumpfen Winkels zu, fort. Der in der Richtung d laufende Gang hat sich also ein Mal gesenkt, und dagegen bei d' gehoben. N und S bezeichnen Nord und Süd.

Allgemeine Bemerkungen über das Vorkommen der wichtigeren Metalle.

1. Zinn. Wird, wie schon oben bemerkt, fast nur im Urgebirge angetroffen, und zwar hauptsächlich in Stockwerken und Lagern, selten auf größeren Gängen. Hier und da wird Zinnstein auch wohl in aufgeschwemmtem Lande angetroffen, das sich in Niederungen zwischen hohen Bergen abgelagert hat.

2. Gold. Findet sich theils auf Lagern, theils auf Gängen im Grund- und Uebergangsgebirge, meistentheils in die Gangart fein eingesprengt. Aber auch im Alluvium wird Gold in Körnern als Waschgold angetroffen, so wie es auch im Sande mehrerer Flüsse in geringer Menge gefunden wird.

3. Silber. Ebenfalls auf Lagern und Gängen im Grund- und Uebergangsgebirge, selten im sekundairen Gebirge. Die Gesteine, in denen es am meisten vorkommt, sind Gneis, Glimmerschiefer, Thonschiefer, Grauwacke und der ältere Alpenkalk. Reine Silbererze sind, wenigstens in Europa, ziemlich selten, das meiste Silber wird aus Blei- und Kupfererzen gewonnen, in denen es fein eingesprengt vorkommt.

4. Kupfer, findet sich a, im Grundgebirge besonders als Kupfer-

Digitized by Google

kies, auf Lagern, Stöcken und Gängen, b im Uebergangsgebirge in Stöcken und Gängen ebenfalls hauptsächlich als Kupferkies, c in sekundairen Gebirge, besonders auf Lagern als Kupferschiefer, ein mit Kupfererzen, besonders Kupferkies imprägnirter bituminöser Mergelschiefer.

5. Blei. Ist ganz gewöhnlich in chemischer Verbindung mit Schwefel, und bildet so den Bleiglanz, der gleichfalls im Grund- und Uebergangsgebirge, meistens auf Gängen, seltener auf Lagern vorkommt. Auch im sekundairen Gebirge wird es, wiewohl seltener, angetroffen, wo es sehr gewöhnlich in Gesellschaft von ochrigem Eisenoxydhydrat und kohlensaurem Zink auftritt. Selbst in ziemlich jungen Gebirgsmassen findet sich hie und da wohl Bleiglanz in kleinen Parthien eingelagert.

6. Eisen. Es ist schon oben beiläufig erwähnt, wie dieses wichtigste aller Metalle auch in der allgemeinsten Verbreitung, vom Grundgebirge bis in die jüngsten Ablagerungen hinauf, in Menge vorhanden ist. Dennoch aber herrscht ein bestimmtes Verhältniß zwischen der Natur der Eisenerze und dem Alter der Lager, auf denen sie vorkommen. Im Grundgebirge treffen wir das Eisen fast nur als Magneteisenstein und als Eisenglanz an, beide fast immer in Lagern, von oft ungeheurer Ausdehnung. Roth- und Brauneisenstein bilden in Gesellschaft von Spatheisenstein theils Lager, theils Gänge, theils auch stockförmige Massen sowohl im Grund- und Uebergangs-, wie auch mitunter im sekundairen Gebirge. Auf der Grenze zwischen dem Uebergangs- und sekundairen Gebirge, in der Steinkohlenformation, kommt besonders in England sehr viel Eisen in Gestalt von Thoneisenstein, nierenförmigem Rotheisenstein und Spatheisenstein vor.

Im aufgeschwemmten Lande erscheint das Eisenoxyd vorzugsweise im hydratischen Zustande als brauner Thoneisenstein, Eisenniere und Bohnerz, Moraste-, Sumpf- und Wiesenerz. Die Eisenerze, die uns das Grundgebirge darbietet, haben fast sämmtlich ein metallglänzendes Ansehen, und einen Gehalt von oft 80 Prozent; während die Eisenverbindungen der jüngeren Gebilde ein mehr erdiges Ansehen, neben einer helleren, oft hellgelben Farbe zeigen, und oft nicht über 20 Proz. Eisen liefern.

7. Queckſilber. Kommt besonders auf Lagern und Gängen im sekundairen, seltener im Grundgebirge vor.

8. Kobalt. Findet sich am ausgezeichnetsten auf Gängen im Grundgebirge, doch auch im sekundairen.

9. Antimon. Auf Lagern und Gängen im Grund- und Uebergangsgebirge.

10., 11. Wismuth und Nickel, scheinen nirgend als Hauptbestandtheil einer Gangmasse vorzukommen, sondern nur andere Erze, z. B. Kobalterze, zu begleiten.

12. Zink. Kommt im Grund- und Uebergangsgebirge hauptsächlich in Verbindung mit Schwefel als Blende vor, im sekundairen Gebirge besonders als Galmei, in Gesellschaft von Eisenoxyd und Bleiglanz.

Beim Suchen nach nutzbaren Mineralien ist nichts wichtiger und unerläßlicher, als genaue Kenntniß des Vorkommens der Erze in den verschiedenen Gebirgsformationen. Nur auf diesem Wege ist es möglich zu beurtheilen, ob eine Gegend nach der Beschaffenheit und der Anordnung des in ihr vorkommenden Gebirgslagers möglicher Weise nutzbare Mineralien darbieten könne; oder Vermuthungen darüber aufzustellen, was für brauchbare Fossilien unter den gegebenen geognostischen Verhältnissen eines Bezirkes wohl zu erwarten sind. Gerade in Ermanglung solcher Kenntnisse haben schon Viele, durch blinde, unsinnige Bemühungen, Erze zu finden, wo keine waren noch sein konnten, sich ins Verderben gestürzt.

Als Anzeigen des Vorhandenseins von Erzlagerstätten hat man früher mancherlei höchst gleichgültige und ganz zufällige Umstände beachtet;

Digitized by Google

z. B. das Vorkommen heißer Quellen, indem man glaubte, daß sie ihre Hitze einem Zersetzungsproceß von Schwefelkies verdankten; oder das Erscheinen anderer Mineralwässer, die außerdem, daß sie mit Erzlagerstätten in keiner Verbindung stehen, oft aus sehr entfernten Gegenden herkommen können; oder häufige Nebelansammlungen über gewissen Berggruppen; oder das schnelle Schmelzen des Schnees auf gewissen Stellen, das Vorkommen dieser oder jener Bäume, die größere oder geringere Ueppigkeit der Vegetation, u. dgl.

Alle dergleichen Anzeigen sind aber so trügerisch, wie die Wünschelruthe und der Versuch mit dem Aufhängen eines Schwefelkieskrystalles an einem Faden.

Statt ihrer bietet die Geognosie andere, mehr rationelle Auskunftsmittel dar, die man in *negative* und *positive* eintheilen könnte. Die ersteren beruhen auf der Erfahrung, daß in bestimmten Gebirgslagern das Vorkommen gewisser nutzbarer Mineralien nie beobachtet wird. So z. B. wissen wir, daß in oder unter Granit niemals Steinkohle, wenn auch hie und da wohl Anthrazit, gefunden wird; eben so würde es im Granit völlig vergeblich sein, auf Steinsalz zu bohren. Die Erfahrung lehrt, daß höchst selten im Granit silberführende Gänge aufsetzen, noch seltener wohl Zinnerze in Kalkstein vorkommen, daß ferner vulkanische Gebirgsmassen niemals bauwürdige Erzlager oder Gänge einschließen, und daß sich höchst selten erzführende Gänge bis in die jüngeren sekundairen oder gar in tertiäre Massen hinauferstrecken. Reiche Eisenerze kommen selten im sekundairen Gebirge vor, und die, dieser letzteren Ablagerung eigenthümlichen Eisenverbindungen treffen wir wieder nicht im Grundgebirge an.

Unter den positiven Anzeigen stehen einige in näherer, andere in entfernterer Beziehung zu einer vorhandenen Lagerstätte. So geben sich manche Erze durch Auswitterungen, um das Wort in diesem Sinne zu gebrauchen, kund, die sich auf der Erdoberfläche zeigen; Irritirung der Magnetnadel läßt auf ein Eisenlager, bituminöse Gesteine, und Ausströmungen von brennbarem Grubengase lassen auf Steinkohlen schließen; eben so darf man, wenn auf der Erdoberfläche sich Erze in vielfachen größeren und kleineren Bruchstückchen vorfinden, gute Hoffnung hegen. Zu den entfernteren Anzeigen gehören zuvörderst die geognostischen Verhältnisse der Gegend, hauptsächlich also die Stelle in der allgemeinen Reihefolge der Gebirgsmassen, zu welcher das Gestein der Gegend gerechnet werden muß. In Verbindung mit diesen allgemeinen geognostischen Andeutungen ist es oft sehr wichtig, wenn in einer Gegend sich Bruchstücke der Gangart vorfinden, die gewöhnlich das gesuchte Erz zu begleiten pflegen. Schon das Gesammtansehen eines Lagers, das Vorkommen einzelner steriler Streifen, das Vorhandensein bekannter Erzlagerstätten in der Nachbarschaft (z. B. beim Suchen nach Steinkohlen benachbarte Eisensteinslager), endlich das Auftreten von Quellen (z. B. von Salzsoolen beim Suchen nach Steinsalz) gewähren dem geübten Bergmann oft die nützlichsten Fingerzeige. Andere Anzeigen, als z. B. das Vorkommen von metallführendem Sand u. a. sind sehr trügerisch.

Bei Gelegenheit solcher entfernteren Anzeigen verdient die in Clausthal am Harz gemachte Beobachtung erwähnt zu werden, wonach dort in der Nähe, oder vielmehr über den reichsten Blei- und Silbererz-Gängen Rothkiesenstein vorzukommen pflegt.

Vielleicht, daß das reiche, silberhaltige Eisenerz, das in Amerika unter dem Namen Pacos verhüttet wird, hiezu in gewisser Beziehung steht. Uebrigens sind Eisenerze so außerordentlich verbreitet, daß man von seinem Vorkommen keineswegs immer auf die Gegenwart von Silber oder anderen Metallen schließen darf; nur der Thoneisenstein gibt, wie schon erwähnt, in England beim Aufsuchen von Steinkohlen eine ziemlich sichere Anzeige von ihrer Gegenwart.

Digitized by Google

Von den Werkzeugen der Bergleute und der Art, wie sie ihre Arbeiten verrichten.

Daß die Gesammtanlage der Gruben durch die Form und Richtung der Erzlager oder Gänge bedingt werde, bedarf kaum der Erwähnung; daher denn auch die genaue Bestimmung des Streichens und Fallens der Lager und Gänge für den Bergmann von großer Wichtigkeit ist.

Zur Ausmittlung des Streichens dient der Bergkompaß, dessen Einrichtung von der eines gewöhnlichen Kompasses nur in der Art der Eintheilung abweicht, und mittelst dessen die Richtung des Streichens nicht auf die sonst gewöhnliche Art geradezu nach den Weltgegenden, sondern nach Stunden angegeben wird. Die Eintheilung des Bergkompasses, der Stundenring, ist nämlich in 24 Theile von 15 zu 15 Grad getheilt, die der Bergmann Stunden nennt, und die mit den fortlaufenden Ziffern von 1 bis 12 bezeichnet werden, so daß also der Stundenring, zweimal 12 Stunden enthält. Zugleich sind auf dem Stundenkreise die vier Weltgegenden angegeben, so daß bei der einen 12 „Nord", bei der anderen „Süd", bei der einen 6 „Ost", bei der gegenüberstehenden „West" steht. Aus Gründen, deren Erörterung hier zu weit führen würde, sind beim Bergkompaß die Weltgegenden in umgekehrter Ordnung angegeben, also das O links, das W dagegen rechts von N.

Zur Ausmittlung des Fallens dient ein Instrument, das der Bequemlichkeit wegen sehr häufig mit dem Bergkompaß verbunden ist, und in einem, in 2 Mal 90° getheilten Halbkreis besteht, von dessen Mittelpunkt ein kleines Loth oder Senkel herabhängt, und so den Neigungswinkel angibt.

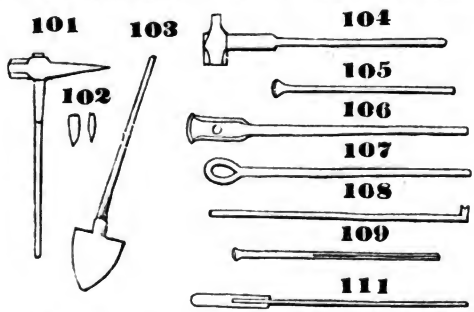
Die genaueren Meßinstrumente, welche mit den beim gewöhnlichen Feldmessen üblichen übereinstimmen, zum Theil auch davon abweichen, übergehen wir, weil ihre Erklärung ohne specielleres Eingehen in die eigentliche Markscheidekunst zwecklos sein würde.

Mittel zum Eindringen in die Erde.

Diese sind dreierlei Art: 1. das Gezähe, d. h. die eigentlichen Handwerkszeuge; 2. Schießpulver; 3. Feuer.

Das bei den Bergleuten in Cornwall und Devonshire gebräuchliche Gezähe besteht in folgenden Werkzeugen:

Fig. 101 dem Spitzhammer (the pick), einem leichten Hammer, dessen



Form je nach den Umständen verschiedenen Modifikationen unterliegt. Die Spitze ist aus Stahl gearbeitet und sorgfältig gehärtet. Er dient theils, um vorspringende Stücke vom Gestein wegzuhauen, theils um den Fimmel einzutreiben.

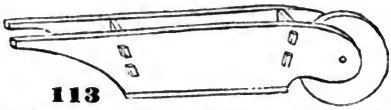
Fig. 102 der Keil oder Fimmel (the gad) von Stahl zum Eintreiben in Spalten des Gesteins oder in Oeffnungen, die man mit der Spitze des Spitzhammers gemacht.

Digitized by Google

Fig. 103 die Schaufel. Sie läuft spitz zu, um besser in die Haufen von rauhen und harten Steinen einzudringen. Der Stiel derselben ist schwach gebogen.

Fig. 113 ist ein Laufkarren, dergleichen bei der Streckenförderung

112



113

in Anwendung sind, um die Erze und das Gestein nach dem Füllorte am unteren Ende des Schachtes zu fördern. Diese Karren werden ganz aus leichtem Tannenholz angefertigt, und nur das Rad ist mit einem schmalen Reif beschlagen.

Zum Fördern der Erze dienen in Cornwall eiserne Kübel, Fig 112, die durch einen Pferdegöpel in dem Schacht aufgewunden werden. Die besten sind von Eisenblech und von der Größe, daß sie etwa 3 Centner Erz fassen. 120 solche Kübel würden zur Förderung von etwa 1 Kub. Lachter festen Gesteins erforderlich sein.

Das zu den Sprengarbeiten, dem sogenannten Schießen, dienende Gezähe besteht aus folgenden Werkzeugen:

Fig. 104 dem Hammer oder Handfäustel.
Fig. 105 dem Bohrer.
Fig. 106 dem Lettenbohrer.
Fig. 107 der Räumnadel.
Fig. 108 dem Krätzer.
Fig. 109 dem Stampfer.

Außerdem ist noch ein Pulverhorn, Binsen mit Pulver gefüllt, blecherne Patronen, zum Gebrauch in sehr feuchtem Gestein, und Papier mit Mehlpulver bestrichen zu den Zündern erforderlich.

Der Bohrer ist eine am untern Ende verstählte Eisenstange, ungefähr in Gestalt eines dicken Meißels, wird von einem Arbeiter gehalten, und, während ein anderer mit dem Fäustel beständig darauf schlägt, nach jedem Schlage etwas gedrehet. Kleinere Bohrer werden auch von einem und demselben Arbeiter gehalten und eingetrieben. Mittelst des Krätzers, einer flachen, an dem unteren Ende zu einem Haken umgebogenen Eisenstange, wird von Zeit zu Zeit das Bohrmehl herausgeschafft. Ist das Gestein sehr naß, wo sich dann das Bohrloch bald mit Schlamm anfüllt, so reinigt man es mit einem Stöckchen, an dessen Ende eine Quast von aufgelockertem Bindfaden oder Werg gebunden ist.

Fig. 110 stellt ein zweckmäßig angebrachtes, zum Schusse fertiges Bohrloch dar.

Um in sehr nassem Gestein das Pulver vor dem Feuchtwerden zu schützen, wendet man das Mittel an, die innere Wandung des Bohrloches auf die Art mit einer dünnen Thonschicht zu überziehen, daß man das fertig gebohrte Loch mit feuchtem fetten Thon anfüllt, und nun den Lettenbohrer, eine etwas verjüngt zulaufende runde Eisenstange mit Gewalt, und unter häufigem Drehen bis zum Grunde des Loches hineintreibt, wobei sich der Thon in Form einer dünnen Schicht an die Wände des Loches festsetzt, und so eine hinreichend trockne Hülle bildet. Ist jedoch das Gestein so naß, daß auch dieses Mittel nicht angewandt werden kann, so muß man zu blechernen Patronen seine Zuflucht nehmen, die mit Pulver gefüllt, und mit einer gleichfalls wasserdichten blechernen Zündröhre versehen sind. M. s. Fig. 111. Solche blecherne Patronen sind aber jedenfalls kostspielig, und in der Regel auch entbehrlich. Hat man also das Bohrloch hinreichend trocken hergestellt, so bringt man die

Digitized by Google

mit Pulver gefüllte papierne Patrone, bei sehr trocknen Löchern auch wohl loses Pulver in sie ein, und steckt die dünne kupferne Räumnadel bis auf den Grund des Loches hinab; worauf man nun zum Besetzen schreitet. Statt der kupfernen Räumnadeln sind auch eiserne vielfach in Gebrauch, sollten aber, da sie in Berührung mit Quarzkörnern Funken veranlassen können, nicht geduldet werden. Messingene Räumnadeln sind zu zerbrechlich. Diese nicht wenig gefährliche Arbeit dient dazu, die Ladung so fest einzuschließen, daß bei der Entzündung des Pulvers das Gestein eher gesprengt, als die Besetzung herausgeworfen wird. Die gewöhnlichste Besetzung besteht in feingepochtem, weichem, von Quarzbröckchen völlig freiem Gesteine, das nach und nach in kleinen Portionen eingebracht, und jedesmal mittelst des Stampfers sehr fest angetrieben wird, wobei wiederum zwei Leute zu thun haben, deren einer den Stampfer hält, während der andere ihn mit dem Fäustel eintreibt. Damit die Räumnadel während des Besetzens nicht Schaden nehme, oder aus ihrer Lage verrückt werde, hat der Stampfer an seiner einen Seite eine rinnenförmige Höhlung, in welcher die Räumnadel Platz findet. Endlich zieht man die Räumnadel heraus, indem man eine Stange durch ihr oberes Auge steckt, und von unten dagegen schlägt. Das untere Ende des Stampfers darf keinenfalls verstählt werden, weil dadurch die Gefahr einer Entzündung der Ladung während des Besetzens sehr vermehrt würde; man hat eben aus diesem Grunde wohl Stampfer mit Kupfer oder Bronze*) belegt. Auch trockner Sand lose in das Bohrloch eingeschüttet kann als Besetzung dienen, und leistet in vielen Fällen auch hinlänglichen Widerstand, ist jedoch in sehr zähem Gestein nicht wirksam genug. Eine sehr gute, vielfach angewandte Besetzung ist feuchter Sand und von gröberen Quarzkörnchen freier Thon. Endlich kann auch Wasser als eine ziemlich wirksame Besetzung dienen, wird jedoch selten anders, als bei Sprengarbeiten unter Wasser angewandt, wo man in das Bohrloch nur eine gehörig wasserdichte Patrone ohne alle weitere außer der, durch das Wasser selbst gebildeten Besetzung einbringt.

Zum Zünden der Ladung bedient man sich in Cornwall der bekannten grünen Binsen, die in moorigen Gegenden so häufig wachsen. Man spaltet sie an der einen Seite der Länge nach auf, und streift mittelst eines eingebrachten Hölzchens das Mark heraus, worauf sich die Spalte durch ihre Elastizität wieder schließt, und so eine Röhre dargestellt ist, die man mit Pulver füllt, und in das durch die Räumnadel frei gehaltene Loch bis auf die Ladung hinabbringt. Statt der Binsen nimmt man an anderen Orten auch Rohr, Strohhalme, Federspulen oder Papierröhrchen. An dem äußeren Ende dieser Zündröhre wird endlich ein Stück, mit Mehlpulver eingeriebenes Papier befestigt und angezündet, welches eine kleine Zeit lang fortglimmt, bevor es das Pulver der Zündröhre zündet, und so den Bergleuten gestattet, sich an einen sicheren Ort zurückzuziehen. In den meisten Bergwerken des Kontinents wird die Zündung durch Schwefelfaden bewirkt, von welchem man ein Stück-

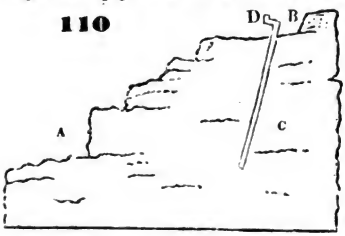
*) Das Belegen der Stampfer mit Bronze ist zuerst von Rose Price angegeben, und jetzt in den Cornwaller Bergwerken fast allgemein eingeführt. Früher verlief selten ein Monat, ohne daß ein Bergmann durch eine Explosion beim Besetzen verunglückt, oder doch mit zerschossenen Augen und verstümmelten Gliedmaßen einer jammervollen Existenz anheimgefallen wäre. Nach Einführung des neuen Stampfer ist kaum irgend ein Unglücksfall wieder vorgekommen. Versuche, die Stampfer ganz aus Bronze auszufertigen, sind wieder aufgegeben worden, theils der Kostbarkeit wegen, theils weil sie sich beim Gebrauche leicht krumm bogen. Ein von Chinalls erfundenes sinnreiches Instrument, von ihm shifting cartridge genannt, ist in den Transactions of the Geological society of Cornwall beschrieben.

Digitized by Google

chen in aufstehender Richtung an die Oeffnung der Zündröhre anschmilzt, dieses am oberen Ende anzündet, und langsam bis auf das Pulver herabbrennen läßt, wo dann die Explosion erfolgt.

In der Fig. 110 ist A, B das Stück des Felsens, das losgeschossen werden soll. C bezeichnet den Punkt, bis zu welchem die Ladung in dem Bohrloche reicht, und D ist der Papierzünder.

110



Unter allen Mitteln, das Gestein loszutrennen, ist die Sprengarbeit die vorzüglichste; die Kraft des Pulvers ist unermeßlich groß, und dabei unter allen Umständen, selbst unter Wasser, völlig anwendbar; daher denn auch der Bergbau seit der Einführung der Sprengarbeit im Jahre 1615 eine wahre Revolution erlitten hat.

Wie vorhin erwähnt, ist die Größe der Bohrlöcher verschieden, sowohl in der Tiefe als auch in der Weite. Die gewöhnlichen Dimensionen sind 1 Zoll Durchmesser bei 10″ Tiefe, größere Löcher werden wohl von 2″ Durchmesser und 50″ Tiefe gebohrt. Es kommt dabei sehr viel darauf an, das Bohrloch richtig anzubringen, d. h. so, daß es einen möglichst großen Effekt bewirkt. Das Gestein muß wenigstens nach der einen Seite hin freistehen, um so zum Abspringen freien Spielraum zu haben; wollte man z. B. in eine größere Gesteinsmasse ein Bohrloch senkrecht einschlagen, so würde das Pulver in der Unmöglichkeit, die Seitenwände zum Weichen zu bringen, die Besetzung herausschleudern, vielleicht auch etwas von dem Gestein um die Mündung des Loches mit fortreißen, im Uebrigen aber geringe Wirkung machen. Mitunter sucht man das Sprengen nach einer bestimmten gewünschten Richtung dadurch zu sichern, daß man mit einem Spitzhammer eine Furche nach der verlangten Richtung vorhauet.

Die Stärke der Ladung richtet sich nach der Tiefe des Loches, und der Zähigkeit des Gesteins, und wird nicht größer genommen, als gerade zum Sprengen der Masse erforderlich ist; denn abgesehen davon, daß eine unnöthig starke Ladung eine zwecklose Pulverschwendung bedingen würde, so hat sie noch den Nachtheil, die losgesprengten Stücke weit umher zu schleudern, ohne darum eine größere Masse vom Gestein abzulösen. Die Ladung für ein Bohrloch von $1\frac{1}{2}$″ Durchmesser und 18″ Tiefe ist durchschnittlich 4 Loth Pulver.

Nach vielfachen Beobachtungen läßt sich die Wirkung des Pulvers beim Sprengen dadurch erhöhen, daß man einen leeren Raum darüber oder darunter oder auch in der Mitte desselben läßt. So hat man auch gefunden, daß ein Zusatz von Sägespänen zum Pulver einen vermehrten Effekt zur Folge hat, ein Verfahren, wodurch in den schlesischen Bergwerken eine erhebliche Ersparung an Pulver ohne Verminderung der Produktion erzielt worden sein soll.

Daß nach erfolgtem Schuß oft noch mit Brechstangen, Keilen und anderem Gezähe nachgeholfen werden muß, um nur theilweise abgelöste Stücke völlig los zu trennen, läßt sich leicht denken.

Bei einigermaßen festem, zähen Gestein ist die Sprengarbeit weit ökonomischer und fördernder, als die Handarbeit mit Schlägel und Eisen; wenn z. B. in Deutschland das laufende Lachter eines Stollens von $4\frac{1}{2}$ Fuß Höhe und 3 Fuß Breite mit Schlägel und Eisen hergestellt 70 bis 140 Rthl. kostet, so belaufen sich die Kosten bei Sprengarbeit auf nur etwa 28 bis 42 Rthl. In Fällen freilich, wo man werthvolle Erzstufen abzulösen hat, oder wenn das Gestein sehr porös ist, wo sich dann mit Pulver nicht viel ausrichten läßt, oder endlich, wenn man besorgt

Digitized by Google

daß die heftige Erschütterung bei der Explosion der Grube nachtheilig werden könnte, muß man seine Zuflucht zur Handarbeit allein nehmen.

Bei ganz hartem, zähen Gestein kann aber auch die Sprengarbeit, wegen der Schwierigkeit, die Bohrlöcher einzuschlagen, sehr zeitraubend und daher kostspielig werden. Beispiele der Art kommen unter anderen im Rammelsberg am Harz, wo man eine mit Kupferkies und anderen Schwefelverbindungen gemengte Quarzmasse abzubauen hat, und in den Gruben zu Geyer und Altenberg im sächsischen Erzgebirge, die auf zinnführenden Granit gebaut werden, vor. In diesen, glücklicher Weise nur selteneren Fällen wird die Feuersetzarbeit in Anwendung gebracht, d. h. durch große Holzstöße, die man in der Grube abbrennen läßt, das Gestein aufgelockert. Vor Einführung des Pulvers beim Bergbau, zu einer Zeit also, wo auch die Holzpreise noch niedriger standen, wurde selbst bei weniger schwierigem Gestein oft zum Feuersetzen geschritten, während man es gegenwärtig nur im Nothfall, oder auch in Gegenden, wo in Folge einer schwachen Bevölkerung Ueberfluß an Holz ist, wie z. B. in Kongsberg in Norwegen, Dannemora in Schweden, Felsőbanya in Siebenbürgen u. s. w. in Anwendung setzt.

Sobald die Feuer angezündet sind, entfernen sich die Bergleute aus der Grube, wenigstens aus den Theilen, durch die der Rauch seinen Weg nimmt, und erst nachdem die Feuer ganz erloschen, und die Hitze sich gemindert hat, fahren sie wieder an, und suchen nun mit Brechstangen und Fimmeln, oder auch durch Sprengen das durch das Feuer aufgelockerte Gestein vollends loszuarbeiten.

Nach Beschreibung der verschiedenen Mittel, durch die sich der Bergmann seinen Weg in die Erde bahnt, sind nun noch die verschiedenen Formen der Gruben durchzugehen.

Man unterscheidet im Allgemeinen drei Arten von unterirdischen Aushöhlungen: 1. Schachte, 2. Stollen und Strecken, 3. die Weitungen, die durch den Abbau der Erze entstehen.

Ein Schacht ist eine prismatische oder zylindrische Grube, die entweder vertikal herabgeht, oder doch einen großen Winkel mit dem Horizont macht. Die Weite der Schächte beträgt zum allermindesten 32 Zoll im Quadrat, ist aber oft viel größer, selbst bis zu einigen Lachtern. Die Tiefe beträgt oft 1000 Fuß und darüber.

Beim Absinken eines Schachtes kommt es vornehmlich darauf an, einmal das losgehauene Gestein und das sich in der Grube sammelnde Wasser herauszuschaffen, und zweitens das Aus- und Einfahren der Arbeiter zu erleichtern. Zu Anfang reicht ein einfacher, über der Mündung des Schachtes angebrachter Haspel hin, um mittelst eines oder zweier Eimer oder kleiner Kübel die Förderung zu bewirken; bei zunehmender Tiefe jedoch wird ein simpler Haspel unzureichend, und man muß hier zu Pferdegöpeln, Wasserrädern oder Dampfmaschinen seine Zuflucht nehmen; nicht minder stellt sich nun gewöhnlich die Nothwendigkeit ein, die Seitenwände des Schachtes vor dem Einstürzen zweckmäßig zu sichern.

Stollen und Strecken sind prismatische, meistens fast horizontale Gänge, und können in drei Arten eingetheilt werden. 1. Stollen; worunter man die größeren, gewöhnlich von dem Abhang oder Fuß eines Berges nach der Erzlagerstätte hinführenden unterirdischen Gänge versteht, 2. Strecken, ebenfalls mehr oder weniger horizontale, auf dem Lager oder Gang selbst angelegte, und dem Streichen desselben folgende Aushöhlungen, und 3. Querbaue oder Querstrecken, die ziemlich unter rechten Winkeln von den vorhergehenden auslaufen. Im Allgemeinen gibt man den Stollen und Strecken eine Höhe von 6, bei einer Breite von 3 Fuß; doch werden sie in sehr mächtigen Erzlagern auch breiter gemacht. Die geringste Breite, die sie haben können, ist 2 Fuß, die geringste Höhe 40 Zoll; so schmale und niedrige Strecken werden jedoch nur für augenblickliche, vorübergehende Zwecke angelegt.

Digitized by Google

Die Länge ist außerordentlich verschieden; Stollen von einer Meile Länge und darüber gehören nicht zu den großen Seltenheiten.

Die Schnelligkeit, mit der ein Schacht abgesunken, oder ein Stollen getrieben werden kann, hat eine bestimmte Grenze, weil nur wenige Leute zugleich daran arbeiten können. Mancher Stollen hat über 30 Jahr zu seiner Vollendung erfordert. Das einzige Mittel, die Ausführung eines Stollens zu beschleunigen, besteht darin, ihn an mehreren Stellen zugleich anzufangen, zu welchem Ende man mehrere Schächte bis zu der Tiefe des anzulegenden Stollens absinkt, und von diesen ausgehend, die einzelnen Theile desselben ausführt. Natürlich müssen die einzelnen Stollenstücke so getrieben werden, daß sie ganz genau auf einander treffen, was ohne die allergenauesten Vermessungen gar nicht zu erreichen ist.

Sowohl bei der Hand- als Sprengarbeit gewährt es großen Vortheil, wenn man den Abbau in der Art betreibt, daß die abzusprengenden Massen an zwei oder drei Seiten frei liegen; indem, wie schon oben erwähnt, die Wirkung des Pulvers sowohl wie der Keile in diesem Falle ungleich lohnender ist. Besonders bei größeren Ausweitungen, wie beim Strossen- und Förstenbau, darf diese Regel nicht außer Augen gelassen werden, daher man das Gestein oder Erz soviel wie möglich in Form einer Treppe abzubauen sucht, deren Tritte also an der oberen und vorderen Seite freiliegen, und sich daher in einzelnen Partien sehr gut sprengen lassen.

Vermuthet man irgendwo eine Erzlagerstätte, ohne jedoch positive Beweise für ihr Vorhandensein zu haben, so stellt man einen Versuchsbau an, um die Art, Reichhaltigkeit und das Vorkommen desselben in Erfahrung zu bringen. Solche Versuchsbaue bestehen entweder: 1. Im Ueberröschen, 2. der Anlage von Stollen oder Schächten, oder 3. in Bohrversuchen.

1. Das Ueberröschen hat den Zweck, das Ausgehende von etwaigen Erzlagern oder Gängen aufzusuchen, und besteht darin, daß man einen mehr oder weniger breiten und tiefen Graben zieht, der bis auf das feste Gestein hinabreicht, und wo möglich so angelegt sein muß, daß er das vermuthliche Streichen des Lagers rechtwinklig schneidet. Diese Art von Versuchsbau kostet zwar wenig, gewährt aber auch selten erhebliche Auskunft.

Weit genügendere Resultate liefert ein versuchsweiser Grubenbau, durch Anlage eines Stollens, den man entweder in der wahrscheinlichen Richtung des Streichens oder des Fallens des vermuthlichen Lagers treibt, oder durch Abteufen eines vertikalen, oder flachen (schräg einfallenden) Versuchs- oder Schurfschachtes.

Wenn sich ein Gang- oder Erzlager an dem Abhange eines Berges gefunden hat, so kann es, je nach dem stärkeren oder schwächeren Einfallen, entweder mit einem, in der Richtung des Streichens in das Lager getriebenen, oder mit einem rechtwinklig gegen jene Richtung angebrachten Stollen angegriffen werden, von welchem letzteren man dann durch Strecken und flache Schächte, die den Richtungen der Erzlager folgen, den Abbau bewirkt.

Bezweckt man in einer ebenen Gegend ein stark einfallendes Lager auf seinen Erzreichthum zu untersuchen, so reicht es hin, mehrere Schächte von ungefähr 24 bis 30 Fuß Tiefe in Entfernungen von etwa 90 Fuß von einander in dem Lager selbst abzusinken. Ist dagegen der Einfallswinkel unter 45°, so ist es besser, einen oder mehrere vertikale Schächte anzulegen, die in der Tiefe auf das Lager treffen, und von welchen man dann horizontale Strecken in der Richtung des Streichens treibt.

Ist das Gestein über einem Lager, das man auf seine Bauwürdigkeit zu untersuchen beabsichtigt, von geringer Härte, wie dieß gewöhnlich bei der Steinkohlenformation, beim Alaunschiefer, dem Steinsalz und einigen anderen, besonders im sekundairen Gebirge vorkommenden Mi-

Digitized by Google

neralkörpern der Fall zu sein pflegt, so sind Bohrversuche sehr bequem. Sie machen nur geringe Kosten, und verschaffen dennoch ziemlich genügende Auskunft über die Beschaffenheit des Lagers. Das Verfahren beim Bohren ist in dem Artikel „Artesische Brunnen“ nachzusehen.

Ueber die Bergwerke im Besonderen.

Die Bergwerke zerfallen in 2 Haupt-Arten, in den Pingen- oder Tagebau, und den Grubenbau.

Der Tagebau, d. h. die Anlage großer, oben ganz offener Gruben oder Pingen, ist im Allgemeinen mit geringen Schwierigkeiten und Kosten verknüpft, zumal wenn die Tiefe nicht sehr bedeutend ist, und wird daher auch überall da in Anwendung gesetzt, wo das zu bebauende Gesteins- oder Erzlager in geringer Tiefe unter der Erdoberfläche liegt, und wo schon aus diesem Grunde ein eigentlicher Grubenbau nicht einmal ausführbar sein würde. Die einzigen Regeln bestehen darin, daß man die Seitenwände treppenförmig abbauet, theils um die Gewinnung des Gesteins zu erleichtern, theils um die Förderung der Erze und Gesteine aus der Pinge mit möglichst geringem Kostenaufwande zu bewirken, theils endlich um den Einstürzen vorzubeugen. In dieser letzteren Beziehung muß natürlich auf die Festigkeit oder Lockerheit des Gesteins oder der Erdschichten Rücksicht genommen werden. Sind Gründe vorhanden, die es nicht zulassen, den Wänden die zweckmäßige Böschung zu geben, und ist das Gestein zu locker, um sich in senkrechten oder starkgeneigten Wänden zu halten, so muß dem Einstürzen durch eine starke Zimmerung vorgebauet werden.

Solche Tagebaue werden unter Anderen zur Gewinnung von Thon, Sand, Demant, Gold- und Zinnsand, Bohnerz und anderen Eisenerzen, besonders Eisenglanz (diesen letzteren so ausgezeichnet auf der Insel Elba), von Kalkstein, Gyps, Braunsteinen, Dachschiefer und Steinsalz betrieben, eben so wird der zinnhaltige Granit zu Geyer und Altenberg im Erzgebirge, der Magneteisenstein zu Nordmark, Dannemora u. a. Orten in Schweden, der Kupferkies zu Roeraas bei Drontheim in Norwegen, und die Eisen-, Kupfer- und Golderze mehrerer Bergwerke am Ural, durch Tagebau gewonnen.

Der unterirdische Grubenbetrieb umfaßt zwei Hauptaufgaben; einmal die Anlage der Stollen, Strecken, Schächte; und zweitens die Vorrichtungen zum Fördern oder Herausschaffen der Erze, des Wassers, zur Bewirkung des nöthigen Luftwechsels u. dgl.

Die Stollen und Schächte dienen, wie schon oben erwähnt, dazu, dem Bergmann zu dem Punkte einer Erzlagerstätte einen Zugang zu verschaffen, von welchem aus er am bequemsten den Abbau des Erzes vornehmen, Strecken und Weitungen anlegen, die nöthigen Vorrichtungen zur Wasser- und Wetterlosung anbringen, und die Förderung der Erze bewerkstelligen kann.

Wenn ein Gang oder ein Lager, dessen Abbau bezweckt wird, in einem Berge ansteht, und das Streichen desselben mit der Richtung des Bergabhanges einen sehr stumpfen Winkel bildet, so wird der Anfang der Grube mit einem Stollen gemacht, der seitwärts und an dem möglichst niedrigsten Punkte auf das Lager trifft, und der zugleich zur Förderung der Erze so wie zur Wasserlosung dient, und von welchem aus dann fernere Schächte und Strecken getrieben werden.

Handelt es sich darum, ein Lager auszubeuten, das fast horizontal in einer ebenen Gegend in erheblicher Tiefe unter der Erdoberfläche liegt, so werden zuvorderst zwei vertikale Schächte angelegt, die das Lager in zwei Punkten einer und derselben Fall-Linie treffen, und die man dann durch eine Strecke verbindet. Ein Hauptzweck hiebei ist die Wetterlosung, d. h. die Herstellung des nöthigen Luftwechsels, die durch einen einzigen Schacht nur schwierig zu bewirken sein würde. Der eine von den beiden Schächten, welcher auch zur Ableitung der

Digitized by Google

Grubenwasser bestimmt ist, muß einen möglichst tiefen Punkt des Lagers lösen.

Wird ein Gang von einem oder mehreren anderen durchsetzt, so sucht man allemal die Schächte so anzulegen, daß sie wenigstens eines dieser Kreuze treffen. Bei saigeren, d. h. fast, oder ganz vertikal einfallenden Gängen ist es zweckmäßiger, den Schacht in einiger Entfernung von dem Gange, nicht auf demselben, abzusinken, und von diesem Schachte aus horizontale Stollen nach ihm hinzutreiben.

Gesetzt nun, man habe einen Gang von einem Lachter oder 3 Ellen Mächtigkeit zu bebauen, habe bereits den Hauptschacht und Stollen ausgeführt, und befinde sich an der Stelle des Ganges, von wo aus man die ferneren Verzweigungen der Grube anzulegen gedenkt; es sei ferner für die nöthige Wetter- und Wasserlösung gesorgt, und auch die Einrichtung zur Förderung der Erze getroffen; so pflegt man den eigentlichen Grubenbau in der Art anzufangen, daß man auf dem Gange selbst, und dem Einfallen desselben folgend, einen Schacht abteuft, und von diesem Schachte aus horizontale Strecken ebenfalls auf dem Gange, aber der Richtung seines Streichens folgend, herstellt, die sich in Entfernungen von etwa 10 bis 12 Lachter untereinander befinden. Hat man diese Strecken bis zu einer Länge von etwa 15, 20 bis 25 Lachter fortgeführt, so verbindet man sie wieder mit einem Schachte, und so fort.

Bei dieser Anordnung der Strecken und Schächte wird der Gang, den man sich als eine große, schräg abwärts geneigte, unregelmäßig-tafelförmige Masse vorstellen muß, sowohl in horizontaler Richtung seinem Streichen nach, als auch in der Richtung seines Einfallens gleichsam von einem Netze rechtwinklig sich durchkreuzender Höhlungen durchschnitten, und solchergestalt in lauter flache, parallelepipedische Stücke oder Theile von 15, 20 bis 25 Lachter Länge, 10 bis 12 Lachter Breite, und 1 Lachter Dicke (angenommen, daß die Mächtigkeit des Ganges 1 Lachter betrage) eingetheilt. Gewöhnlich bekommen die Strecken und Schächte die Breite des Ganges, ist dieser aber sehr dünn, so nimmt man auch von dem Nebengestein so viel weg, daß die Aushöhlung die nöthige Breite erhält.

Durch das ebenbeschriebene Verfahren, den Gang vor dem eigentlichen Abbau mit Schächten und Strecken zu durchkreuzen, erlangt man den Vortheil, von vorn herein über die Beschaffenheit und Erzführung des Ganges in seiner weiteren Forterstreckung einige Auskunft zu erlangen; daher man dann auch mit dieser Vorrichtung des Ganges so weit fortschreitet, wie man glaubt, ihn mit ökonomischem Vortheil bearbeiten zu können.

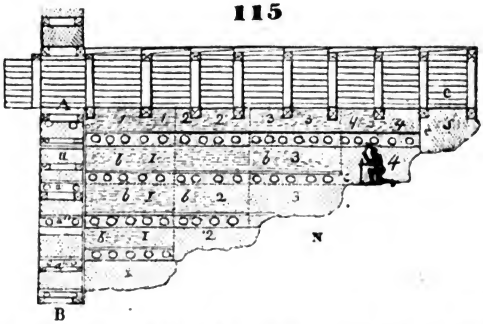
Der nun folgende Abbau der parallelepipedischen Massen selbst wird am besten an den entfernteren Punkten angefangen, und so rückwärts nach dem Zentralpunkte fortgeführt.

Es gibt zwei Hauptmethoden, den Abbau schmaler, oder doch nicht viel über 1 Lachter mächtiger Gänge zu bewerkstelligen; bei der einen, dem Strossenbau, arbeitet man von oben nach unten, bei der anderen, dem Förstenbau, dagegen, greift man das Gestein und Erz von unten an und arbeitet aufwärts; in beiden Fällen aber wird der Abbau so geleitet, daß das Gestein eine treppenförmige Gestalt behält, welche, wie schon früher erwähnt, die Spreng- und Handarbeit sehr erleichtert. Beim Strossenbau stehen die Arbeiter auf der Treppe, beim Förstenbau darunter.

1. Strossenbau. Gesetzt es sollte das, zwischen der Strecke A c und dem Schacht A B (Fig. 115) belegene Stück N eines Ganges abgebauet werden, so fängt ein Arbeiter, der auf einer Bühne a in dem Schachte steht, damit an, das Gestein an der Ecke bei A wegzuhauen. Ist er hiemit so weit fortgerückt, daß er eine parallelepipedische Höhlung von etwa einem Lachter Höhe und etwa 2 Lachter horizontaler Forterstreckung frei gemacht hat, so wird ein zweiter Arbeiter angestellt,

Digitized by Google

115



der von der Bühne a' aus, die 1 Lachter unter der vorhergehenden a angebracht ist, die Arbeit in ganz gleicher Art beginnt, und die von dem ersten Arbeiter ausgehauene Höhlung um 1 Lachter tiefer macht, während jener auf seinem Absatze in horizontaler Richtung weiter fort arbeitet. Ist der zweite Arbeiter auf etwa 2 Lachter fortgerückt, so beginnt ein dritter Arbeiter von der Bühne a'' aus, eine abermalige Vertiefung anzulegen, u. s. f. Es ist einleuchtend, daß auf diese Art ein treppenförmiger Bau entsteht; denn, wenn z. B. 5 Arbeiter zugleich, und mit gleicher Schnelligkeit in ihrem Abbau fortrücken, so wird, da allemal der nächstfolgende erst dann mit der Arbeit beginnt, wenn der vorhergehende etwa 2 Lachter Vorsprung gewonnen hat, sich der erste schon bei 5 befinden, während der zweite auf der zweiten Stufe oder dem zweiten Absatz bei 4, der dritte auf der dritten Stufe bei 3, der vierte auf der vierten Stufe bei 2, und der letzte auf der fünften Stufe bei 1 angekommen ist.

Hat nun der Gang nur eine geringe Mächtigkeit, so daß, um dem Bau die nöthige Breite zu geben, ein guter Theil von dem Nebengestein mit losgehauen oder geschossen werden muß, so sammelt sich eine große Menge tauben Gesteins an, dessen Förderung aus der Grube mit großen Kosten verknüpft sein würde. Und wollte man dieses Gestein von den oberen Strossen auf die unteren herabwerfen, so würde dadurch der Abbau dieser letzteren gehindert werden. Man ist aus diesem Grunde zu der Anlage von Bühnen oder Kästen genöthigt, die aus Bohlen und Latten konstruirt werden, und auf Stempeln (gewöhnlich eichenen Balken) ruhen, welche quer über den Gang in Bühnlöcher eingelegt werden. In Fig. 115 ist die Lage dieser Stempel und Bohlen deutlich zu ersehen.

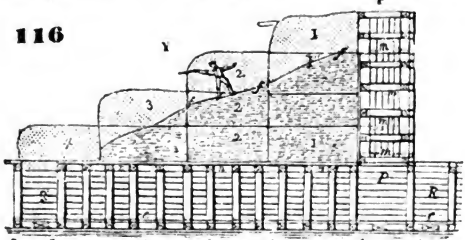
Außer dem Hauptzwecke, das taube Gestein aufzunehmen und zu tragen, gewähren die eingespreizten Stempel noch den Nebenvortheil, daß sie den Wänden zur Haltung dienen, und ihrem Einstürzen vorbeugen. Da es unmöglich ist, diese Bühnen später zu repariren, und das Holz mit der Zeit mürbe wird, so ist es gar nicht zu vermeiden, daß sie nicht über Kurz oder Lang dem ungeheuren Druck des aufliegenden Gesteins nachgeben, und einbrechen. Wenn auch hieraus den Arbeitern unmittelbar keine Gefahr erwächst, in sofern das Einbrechen der Bühnen, wenn sie anders hinreichend solid ausgeführt sind, nicht innerhalb der Zeit zu befürchten ist, wo auf demselben Orte noch gearbeitet wird, so ist es doch äußerst wichtig, die Zimmerung der zunächst unter dem Orte durchgehenden Strecke sehr stark zu machen, oder noch besser sie zu wölben, weil beim einstmaligen Einbrechen der Bühnen das ganze Gestein auf sie herabstürzt, und bei schwacher Zimmerung die ganze Strecke verschütten würde.

Digitized by Google

Ist das Gestein sehr fest, oder hat der Gang eine beträchtliche Mächtigkeit, so belegt man wohl jede Strosse mit zwei Arbeitern.

2. Der Forstenbau. Angenommen, es wäre das zwischen der Strecke R R und dem Schachte P P Fig. 116 befindliche Stück eines Ganges

116



abzubauen, so würde man statt, wie vorhin, von oben, hier von unten anfangen, und zu dem Ende eine Bühne m in dem Schachte, und in der Höhe der Förste oder oberen Zudeckung der Strecke anlegen, von welcher aus ein Arbeiter zuerst das ungefähr 1 Lachter hohe und 3 bis 4 Lachter lange Stück 1 des Ganges auszuhauen oder zu sprengen hätte. Ist er hiemit fertig, so fängt ein zweiter Arbeiter von der Bühne m' aus ein gleich hohes Stück des Ganges auszuhauen an, während der erste das Stück 2 in Arbeit nimmt. Während so der erste Arbeiter unmittelbar über der Förste der Strecke, der zweite eine Lachter höher horizontal fortarbeitet, kommen successive noch mehrere Leute von den Bühnen m'', m''', u. s. w. zur Arbeit, wodurch denn ebenfalls ein treppenförmiger Abbau möglich wird, nur daß hier die Stufen abwärts gekehrt sind, und der Arbeiter so zu sagen unter der Decke arbeitet.

Das taube Gestein kommt bei dieser Abbaumethode unmittelbar auf die Förste n n n der unteren Strecke zu liegen, die eben daher sehr solide gezimmert oder auch überwölbt wird. In einzelnen Fällen bringt man auch hier wohl mehrere Bühnen in verschiedener Höhe an, auf die das Gestein zu liegen kommt.

Zur Sicherung der Seitenwände werden starke Stempel zwischen sie eingekeilt. Um das gewonnene Erz leichter in die Strecke herabwerfen zu können, lassen die Bergleute wohl kleine, schachtartige Oeffnungen (Stollschachte) durch die verstürzten Berge frei. Diese letzteren sind gewöhnlich so hoch, daß die Arbeiter darauf stehen, und so ihre Arbeiten bequem verrichten können; fällt jedoch nicht so viel taubes Gestein ab, um einen hinreichend hohen Berg zu geben, so stellen sich die Leute auf transportable Bühnen, die beim Fortschreiten der Arbeit allmählig weiter gerückt werden.

Eine jede der so eben beschriebenen Abbaumethoden hat ihre eigenthümlichen Vorzüge und Nachtheile, und es hängt ganz von Umständen ab, ob man in einem gegebenen Falle die eine oder andere vorziehen muß.

Beim Strossenbau, Fig. 115, steht der Arbeiter unmittelbar auf der abzubauenden Gangmasse, er kann hier mit größter Bequemlichkeit hinzukommen, und ist nicht in Gefahr, durch herabfallendes Gestein beschädigt oder getödtet zu werden. Dagegen aber erfordert der Strossenbau eine Masse von Zimmerholz zu den Bühnen, welches, wie schon oben erwähnt, gänzlich verloren ist.

Beim Förstenbau dagegen ist die Arbeit in so fern unbequemer und schwieriger, als der Bergmann hier mehr in der Höhe und über sich zu thun hat, wogegen freilich wieder der Vortheil eintritt, daß die Schwere des Gesteins der Bemühung des Arbeiters, es loszuhauen, zu Hülfe kommt. Der Verbrauch an Zimmerholz ist viel geringer; ein Vortheil, der durch den wesentlichen Nachtheil beim Förstenbau theilweise wieder

Digitized by Google

kompensirt wird, daß das losgehauene oder abgesprengte Erz auf den Berg von verstürztem Gestein herabfällt, und dadurch zum Theil unwiederbringlich verloren geht. Besonders bei sehr reichen werthvollen Erzen kann dieser Verlust so groß werden, daß er die Vortheile des Förstenbaues weit überwiegt und daher bei solchen Erzen den Strossenbau räthlicher erscheinen läßt.

Setzt ein Gang in lockerem Gestein auf, so wird dadurch seine Gewinnung sehr erleichtert, in so fern er sich an beiden Seiten ohne Schwierigkeit bloß legen, und in diesem freistehenden Zustande sehr bequem abbauen läßt.

Bei Gängen von geringer Mächtigkeit ist es, wie schon erwähnt, nöthig, das Nebengestein so weit mit abzubauen, daß die, für die freie Bewegung des Arbeiters erforderliche Breite des Ortes erzielt wird. Ist in diesem Falle die Gangmasse von dem Nebengestein ganz getrennt, so kann man sich einen Vortheil dadurch verschaffen, daß man den Gang auf eine kurze Strecke an einer Seite ganz bloßlegt, indem man nur allein das Nebengestein abbauet. Eine einzige Sprengladung pflegt dann hinzureichen, ein beträchtliches Stück des Ganges umzuwerfen.

Bei Anwendung von Förstен- oder Strossenbau pflegt man nur solche Stücke eines Ganges abzubauen, die sich durch Reichhaltigkeit auszeichnen und dadurch die Mühe der Gewinnung zu lohnen versprechen.

In anderen Fällen, besonders bei kleineren Erzadern, begnügt man sich wohl mit einem einzigen Stollen, den man auf der Ader forttreibt.

Ueber den Stockwerkbau.

Ein sehr instruktives Beispiel dieser Art von Grubenbau liefert der Stahlberg bei dem Dorfe Müsen im Siegenschen, wo ein ausgezeichnetes stockförmiges Lager von Spatheisenstein, welchem das Land einen großen Theil seiner Einkünfte verdankt, bebauet wird. Der Bau besteht im Wesentlichen darin, daß man eine Menge horizontaler, sich rechtwinklig schneidender Strecken durch das Eisenerz treibt, so daß zwischen ihnen Pfeiler stehen bleiben, die zur Unterstützung des überliegenden Gesteins dienen. Fig. 128 ist ein vertikaler Durchschnitt dieses Werkes. e e ist der Förderschacht,

und in der Grauwacke, in die der Eisenstein abgelagert ist, abgeteuft; k k ein Stollen, der von diesem Schachte nach dem Bau hinführt, und zugleich zur Wasserlosung dient. Er hat 646 Lachter in gerader Längenerstreckung. Ein anderer Wasserlosungsstollen h, läuft in verschiedenen Richtungen fort, und ist daher in der Figur nur theilweise sichtbar. a, a, a sind die Pfeiler zwischen den Strecken b, b, b der verschiedenen Etagen 1, 2, 3 u. s. w. Die Dimensionen der Strecken sind nicht überall gleich, sondern richten sich nach der Beschaffenheit des Gesteins. Wo nämlich das Gestein sehr reich an Eisenerz, dabei der vielen Zerklüftungen wegen wenig zusammenhängend und mehr druckhaft ist, werden die Strecken 3 Lachter hoch gemacht, und zwischen je 2 Etagen ein Raum von 2 Lachter Dicke gelassen. An weniger druckhaften Stellen dagegen bekommen die Strecken 3½ Lachter Höhe, der Zwischenraum zwischen den Etagen nur eine Stärke von 1½ Lachter. Bei dem gegenwärtig üblichen Abbauverfahren rechnet man, daß von jeder Etage etwa ⅓ des Eisensteins gewonnen wird, während ⅔ als Pfeiler stehen bleiben, die in der Zukunft noch einmal gewonnen werden können.

Digitized by Google

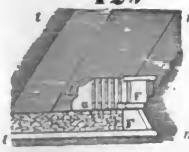
Der Stahlberg hat seit 1760 eine jährliche Ausbeute von durchschnittlich 25000 Kubikfuß (Pariser Maß) vortrefflichen Spatheisenstein geliefert.

Ueber den Querbau.

Dieser findet besonders da seine Anwendung, wo Gänge oder stark fallende Lager von mehreren Lachtern Mächtigkeit abzubauen sind, weil der oben beschriebene Strossen- und Förstenbau bei so mächtigen Lagern mit zu großen Schwierigkeiten und Gefahren verknüpft ist. Er wurde zuerst in der Mitte des 18. Jahrhunderts in Schemnitz eingeführt, und wird gegenwärtig in vielen Bergwerken, besonders dem Queckſilberbergwerk zu Idria mit großem Vortheil in Anwendung gebracht.

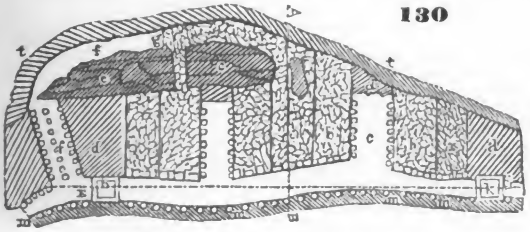
Das Wesentliche der Sache besteht darin, daß man in dem fallenden Lager oder Gange kurze Strecken in der Ebene der Einfallslinie von dem Liegenden bis zum Hangenden, oder umgekehrt, vom Hangenden zum Liegenden, also nicht, wie sonst, in der Richtung des Streichens, treibt. Fig. 129, 130 und 131 dienen zur Erläuterung dieser Abbaumethode.

129



129, ein vertikaler Durchschnitt in der Ebene der Fall-Linie; 130 ein Grundriß, und 131 ein vertikaler Durchschnitt in der Richtung des Streichens. m m bezeichnet das Liegende, t t das Hangende. Man fängt damit an, eine erste Hauptstrecke E F in der Richtung des Streichens unmittelbar auf dem Liegenden zu treiben, von welchem aus nunmehr 6 bis 9 Fuß breite Querstraßen a a rechtwinklig gegen die Strecke und zwar in solchen Entfernungen von einander an-

130



131

gelegt werden, daß zwischen je zweien ein Raum von der Breite dreier Straßen stehen bleibt.

Man schreitet nun mit dem Abbau der Erze auf diesen Straßen vor, verwahrt der Sicherheit wegen die Förste mit einer angemessenen Zimmerung und durchbricht so das Lager bis zum Hangenden. Sind diese ersten Straßen a, a, a fertig abgebauet, so werden sie mit Bergen vollständig versetzt, nur daß man unter der Förste wohl einen Raum von einigen Zollen frei läßt, wodurch späterhin die Anlage des nächst höheren Stockes erleichtert wird. Man fängt mit dem Versetzen der Straßen an ihrem Ende an, und nimmt die Zimmerung in dem Maße, wie die Versetzung fortschreitet, wieder heraus, so daß dasselbe Holz mehrmals benutzt werden kann. Nach Vollendung dieser Arbeit werden nun zu

Digitized by Google

beiden Seiten der ersten Straßen neue angelegt, b, b. Fig. 130, d b Fig. 131, und sind auch diese abgebauet und wieder versetzt, endlich die mittleren c. Bei dieser Anordnung sind nie zwei unmittelbar an einander grenzende Straßen zu gleicher Zeit in Arbeit, sondern die im Bau begriffenen Straßen wechseln mit ungebauten oder schon wieder versetzten Straßen ab, wodurch jede Gefahr eines größeren Bruches beseitigt ist.

Die Gesammtheit der in einer horizontalen Ebene angelegten Straßen nennt man einen Stock. Nach Beendigung und völliger Versetzung des ersten Stockes E F (Fig. 131) schreitet man nun zur Anlage eines zweiten, E^1 F^1, darauf eines dritten E^2 F^2 u. s. w. Zu diesem Zwecke treibt man die Schächte h h^3 und k k^3 von unten in die Höhe, verbindet sie durch eine Strecke und greift von dieser in der nämlichen Art wie beim ersten Stock, mit einzelnen Straßen in das Lager. In Fig. 130 sind:

a a die ersten, bereits wieder versetzten Straßen des untersten Stocks.

b b die demnächst gebauten, gleichfalls wieder versetzten Straßen.

c Die gerade in Abbau begriffene Straße.

d, d, d, noch unabgebaute Stellen.

e, e Partien von taubem Gestein, die als Pfeiler oder Stützen stehen gelassen sind.

f f, Strecken zur Umgehung der Massen e, um das hinter ihnen liegende Erz zu gewinnen.

g, Versetzung dieser Strecke.

h k Verbindungsschächte zwischen dem ersten und den übrigen Stöcken.

Der Querbau bietet nicht nur den Vortheil dar, daß man ohne Gefahr eines Bruches das ganze Lager gewinnen kann und nichts verloren geht, sondern die Leichtigkeit, mit der die verstürzten Berge, die bei anderen Abbaumethoden oft mit vielen Kosten zu Tage gefördert werden müssen, hier ein Unterkommen finden, die Solidität des ganzen Baues, die große Ersparung an Zimmerholz, die Vermeidung kostspieligen Streckenbaues vom zweiten Stocke an, sind eben so viele wesentliche Vorzüge, die den Querbau überall da, wo er den Umständen nach ausführbar ist, in hohem Grade empfehlen. Allerdings tritt wohl der Fall ein, daß die bei dem Bau selbst gewonnenen Berge nicht zur vollständigen Versetzung der Straßen hinreichen, und daß man daher genöthigt seyn kann, sie sich auf anderem Wege zu verschaffen. Man treibt dann in das Nebengestein eine Strecke blos zum Behuf der Gewinnung von Bergen, oder legt auch größere Weitungen, oder unterirdische Steinbrüche an, in denen man durch zweckmäßig geleiteten Bau größere Gesteinsmassen zum Einstürzen bringt, die solcher Gestalt ohne beträchtliche Kosten in jeder beliebigen Menge zu erlangen sind.

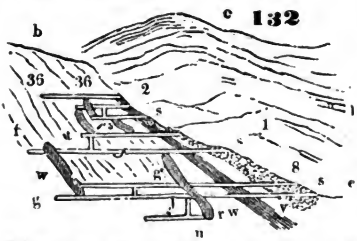


Fig. 132

Fig. 132 ist ein vertikaler Durchschnitt der berühmten Bleigruben zu Bleiberg in Kärnthen.

Der Bleiglanz kommt hier in flachen, langgezogenen ellipsoidischen Massen vor, r, r^3, die in schräg geneigter Richtung in fast vertikal einfallenden Lagern von dichtem Kalkstein eingelagert sind. Das Thal, an dessen einer Wand die Gruben liegen, erstreckt sich von Ost nach West. Die Thalsohle ist in e. b, c Rücken der Bergkette, in welcher die bleiführenden Lager anstehen, die äußerlich von einem Mergelschieferlager w w überdeckt, und stark zerklüftet sind. Der Richtung dieser Klüfte nun entsprechen die eingelagerten Bleiglanzmassen.

Die Gewinnung des Erzes wird durch einen sehr einfachen Grubenbau bewirkt.

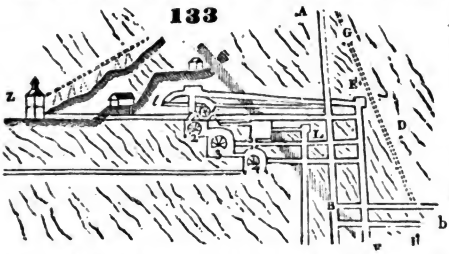
Digitized by Google

Man treibt nämlich horizontale Stollen s g, s f in die Lager, und geht damit so weit vor, bis man auf bauwürdiges Erz trifft. Viele dieser Stollen haben so eine Längenerstreckung von 500 Lachtern und darüber. Sie liegen zum Theil im Niveau der Thalsohle, zum Theil auch höher, nur selten tiefer, und stehen mitunter durch Schächte t, t, in Verbindung. Der Betrieb dieser Grube ist zum Theil einzelnen Privatpersonen, zum Theil Aktiengesellschaften überlassen, so daß an 500 derartige Konzessionen ertheilt sind, deren jede ihren Namen oder ihre Nummer hat, wie z. B. Antoni, Christoph, Matthäus, Oswaldi, 2, 8, 36 ꝛc.

Ueber das Feuersetzen, besonders in dem Rammelsbergischen Bergwerk.

Dieses berühmte, schon seit dem 10. Jahrhundert betriebene Bergwerk wenig südlich von Goslar, bauet auf einem sehr mächtigen Erzlager, dessen Masse aus einem ziemlich innigen Gemenge von Schwefelkies, Kupferkies, Bleiglanz, Blende, Arsenikkies, dichtem Baryt, Quarz und Kalkspath besteht, und außerdem etwas Silber und äußerst wenig Gold enthält. Die Gestalt dieses von Thonschiefer umgebenen Erzlagers, so weit man sie kennt, ist die eines ungeheuren unregelmäßig begrenzten Keils, mit der Schärfe schräg nach aufwärts gekehrt. Ungefähr 60 Lachter unter der oberen Schärfe theilt er sich in zwei Theile oder Trümmer, die durch eine sehr feste, thonschieferartige, in Kieselschiefer übergehende und mit Erztheilen imprägnirte Masse getrennt sind. Das obere dieser Trümmer läuft noch 20 Lachter weiter, wo es sich auskeilt, während das untere mächtigere in die Teufe fortsetzt.

Daß ein so altes Bergwerk, wie das Rammelsberger, dessen Betrieb in früheren Zeiten von Privatgesellschaften geleitet wurde, eine große Menge von Schachten, Stollen und anderen Ausweitungen haben müsse, läßt sich leicht ermessen; gegenwärtig jedoch sind von den 15 Schächten nur noch zwei Hauptschächte A B und E F, Fig. 133, in Gebrauch und dienen zur Erförderung und Wassergewältigung. Der Abfluß des Wassers findet durch zwei Hauptstollen Statt.



Der außerordentlichen Härte des Erzes wegen geschah die Gewinnung desselben früher fast allein durch Feuersetzen; man sucht jedoch jetzt dieses zwar wirksame, aber auch ungemein holzraubende Verfahren so viel wie möglich einzuschränken, und durch Sprengarbeit zu ersetzen.

Die Feuersetzarbeit besteht im Allgemeinen darin, daß man von einem Schachte aus Strecken b, c, nach verschiedenen Punkten im Liegenden des Erzlagers treibt, um von hier aus nun mit dem Abbau des Erzes zu beginnen. Durch Abbrennen großer Holzstöße bewirkt man die Auflockerung und theilweises Einstürzen der Erzmassen, wodurch Weitungen entstehen, die man nun durch wiederholtes Feuersetzen mehr und mehr in aufwärts fortschreitender Arbeit erweitert. In dem Maße, wie man so durch eine Art Förstenbau aufwärts vorrückt, versetzt man die abgebaueten Weitungen mit Bergen, die solcher Gestalt den ferneren Holzstößen zur Unterlage dienen. Die losgebrannten Erze werden schon in der Grube vorläufig in Gänge und Berge (Erz und leeres Gestein) sortirt, nöthigenfalls durch Bohren und Schießen zerkleinert und endlich zu Tage gefördert.

Die zum Angriff des Erzlagers bestimmten Strecken werden im Lie-

Digitized by Google

genden durch Bohren und Schießen, zum Theil auch mit Fimmel und Fäustel hergestellt, in sofern das Nebengestein, meistens Thonschiefer, diese Art der Bearbeitung zuläßt. Ist man so im Nebengestein bis zum Erzlager vorgedrungen, und hat die Strecke auf eine angemessene Weite im Liegenden fortgeführt, so beginnt man mit dem Feuersetzen. Man bildet zu dem Ende auf der Sohle eine horizontale Lage von Fichtenholzscheiten, und stellt auf diese eine Schichte fast vertikal stehender, sich seitwärts an das Gestein lehnender Scheite auf, die dann in Brand gesetzt werden.

Hat sich nach mehrmaligen Bränden die Förste so weit erhöhet, daß die Flamme das Erz nicht gehörig mehr erreicht, so erhöhet man die Sohle durch terrassenförmig aufgesetztes Gestein, um so mit den Feuern beständig der Förste in gehöriger Nähe zu folgen.

Bei diesem Feuersetzen ging man sonst in sofern fehlerhaft zu Werke, als man die Terrassen bis nahe unter die Förste aufmauerte, und so die Holzstöße dicht unter ihr aufsetzte und abbrannte, so daß die Flamme von oben nach unten herabspielte. Hiebei ging nicht nur viel Erz verloren, das aus einem so engen Raume nicht vollständig aufgelesen werden konnte, sondern der Holzverbrauch war auch weit beträchtlicher als jetzt, weil das Feuer in dem flachen Zwischenraume nicht zum freien Brennen gelangte, und die Flamme nicht so intensiv auf einzelne Punkte einwirkte, wie dieß bei dem jetzt üblichen Verfahren der Fall ist, nach welchem man den Holzstoß weniger nahe unter der Förste anbringt und die Flamme zu ihr hinaufschlagen läßt; doch darf die Entfernung auch nicht zu groß sein. 6 Fuß sind eine angemessene Höhe für die vollständige Entwicklung der Flamme.

Am Sonnabend werden allemal die während der Woche angelegten Holzstöße in Brand gesetzt, wobei man mit dem Feuern der oberen Baue den Anfang macht, weil im entgegengesetzten Falle der Rauch der unteren Feuer die oberen ersticken würde. Um 4 Uhr Morgens beginnt man mit dem Anzünden der oberen Feuer und setzt so einen Holzstoß nach dem anderen in Brand, bis gewöhnlich um 3 Uhr Nachmittags sämmtliche Brände in vollen Flammen stehen. Man muß dieses Schauspiel selbst genossen haben, um sich von dem prachtvollen und schauerlichen Anblick dieser prasselnden unterirdischen Feuer einen würdigen Begriff zu machen, die, ein Flammenmeer unter der Erzdecke emporlodern, und wirbelnde Massen von schwarzem Rauch mit Flammen untermischt vor sich hertreiben.

Die Wirkung der Glut auf das anstehende Erz ist nicht minder interessant. Kaum hat die Flamme ihr Spiel begonnen, so entsteht ein starker Schwefel-, mitunter auch Arsenikgeruch, nach einiger Zeit aber lassen sich heftige Detonationen vernehmen. Die Flamme wird plötzlich blau, mitunter selbst weiß, und nach einer kleinen Explosion löst sich eine Masse von Erz los, die theils in Form von flachen schaligen Stücken in das Feuer herabfällt, theils aber auch unter der Decke hängen bleibt und nach dem Verlöschen des Feuers mit Brechstangen abgelost werden kann. Theils durch Verflüchtigung von Schwefel, Arsenik, Zink und Wasser, theils durch ungleiche Ausdehnung hebt hier das Feuer den Zusammenhang des Erzes auf, dessen Härte sonst dem bestverstahlten Bohrer trotzt. Vom Sonnabend Abend bis zum Montag Morgen bleiben die Gruben sich selbst überlassen, dann aber fährt der Feuerwächter mit seinen Knechten an, um die noch etwa glimmenden Brände zu löschen; an Stellen, wo durch den einmaligen Brand die bezweckte Wirkung noch nicht erreicht ist, werden neue Feuer angemacht. Dienstags endlich machen sich alle Erzarbeiter daran, die gelöseten Erze vollends loszubrechen, zu sortiren und aus der Grube zu fördern, und neue Brände anzulegen, die am Sonnabend wieder angezündet werden.

Die tägliche Arbeitszeit oder Schicht beträgt für einen Erzarbeiter 8

Digitized by Google

Stunden an fünf Wochentagen, und 1 Stunde am Sonnabend. Außerdem aber werden auch noch nächtliche Schichten bewilligt.

Die Hitze ist an den Feuerörtern, selbst nach dem völligen Auslöschen der Brände so groß, daß die Arbeiter häufig ganz nackend ihre mühsame Arbeit verrichten.

Es ist bereits erwähnt, daß besonders in neuerer Zeit das Feuersetzen so viel wie möglich eingeschränkt, und dagegen das Bohren und Schießen mehr allgemein eingeführt ist. Man wendet die Sprengarbeit vorzugsweise da an, wo entweder das Erz geringere Festigkeit besitzt, oder wo einzeln vorspringende Massen wegzuräumen, oder das Erz vom Nebengestein zu entblößen ist; endlich auch zur Gewinnung der zum Versetzen nöthigen Berge. Es hängt hier von der Ansicht des Grubensteigers ab, ob man zum Feuersetzen seine Zuflucht nehmen muß, oder ob ein Bohrloch so günstig angebracht werden kann, daß der zu hoffende Effekt die aufgewandte Zeit, und das verbrauchte Gezähe und Pulver einzubringen verspricht.

Wie außerordentlich hart und zähe das Rammelsberger Erz sein müsse, ergibt sich aus Folgendem:

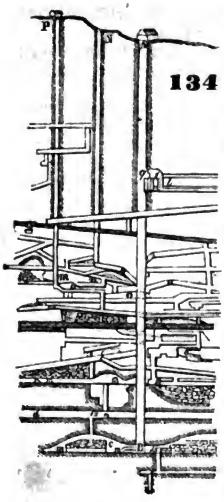
Im Jahre 1808 wurden genaue Versuche über die Kosten der Sprengarbeit angestellt. Man ließ zu dem Ende einen einzelnen Arbeiter an einer harten, viel Kupfer- und Schwefelkies haltenden Stelle ein Bohrloch schlagen. Nach 11 Schichten der angestrengtesten Arbeit, also in 88 Stunden, vermochte der Arbeiter, der dabei beständig beaufsichtigt wurde, das Loch nur 4 Zoll weit fortzubringen. Dabei waren 126 Bohrer völlig unbrauchbar geworden, 26 andere konnten noch neu verstahlt werden; 201 waren nur stumpf geworden; 6¼ Pfd. Oel waren auf der Lampe verbrannt, und ¼ Pfd. Pulver gehörte zum Sprengen. Nach der hierüber geführten Kostenrechnung ergab sich, daß jeder Zoll des Bohrloches an 20 ggl. gekostet hatte.

Man ersieht hieraus, daß, wenn auch das Holz, dessen Verbrauch ohnehin sehr bedeutend ist, weit theurer zu stehen käme, als dieß jetzt beim Rammelsberg der Fall ist, die Feuersetzarbeit wenigstens an den härteren Punkten des Erzlagers dennoch nicht entbehrt werden könnte, und sollte einmal die Unmöglichkeit eintreten, das nöthige Holz billig genug zu erlangen, so würde man den Bau der Rammelsberger Gruben größtentheils einstellen müssen.

Das Gestein des Rammelsberges, dessen Gipfel 1215 hannoversche Fuß über der Stadt Goslar liegt, besteht zu oberst aus einem Sandsteinlager, welches, zumal an der Oberfläche, fast horizontal liegt. Etwa 500 Fuß unter dem Gipfel steht im Grauwackenschiefer ein mächtiges Lager von schaligem, eisenhaltigen Sandstein an. Das Erzlager selbst ist größtentheils von Thonschiefer umgeben, dessen parallele Schichtung besonders im Hangenden und Liegenden des Erzlagers deutlich hervortritt, der Schiefer wird hier fast schwarz, dicht und dünnschiefrig. B Fig. 133 zeigt das allgemeine Einfallen der Rammelsberger Gesteinslager. In Fig. 133 und 134 ist A B der eine Hauptschacht (der Kahnkuhlerschacht), N der Breitlingerwetterschacht, P der Innerschacht, E F der Neue Treibschacht, der theils zur Erzförderung, theils zur Wasserhebung dient. Die Erze werden in diesen Schächten bis zum Niveau der Förderstrecke i (Fig. 134) mittelst des Wassergöpels l q gehoben. 1, 2, 3, 4 (Fig. 133) sind vier Wasserräder, von denen 1 und 2 zur Erzförderung, 3 und 4 dagegen zum Betrieb der Kunst dienen. Das Aufschlagewasser gelangt durch die Strecke l zuerst auf das Rad Nro. 1, und nächstdem successive auf die übrigen Räder. Z die Mündung des Förderstollens. d. m. n, o, Strecken, die von dem Hauptschachte ausgehen, 12, 15, 18 Nebenschächte zur Verbindung der Strecken und Feuerörter; c Abbau-Weitungen mit den terrassenförmig aufgemauerten Versetzungen behuf des Feuersetzens oder der Sprengarbeit.

Wenn schon ein rascher Luftwechsel für jedes Bergwerk eine wichtige

Digitized by Google



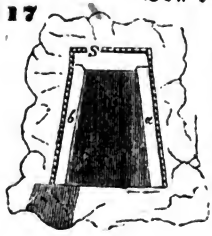
134

Bedingung ist, so sieht man leicht, wie viel darauf in einem Werke ankommen müsse, das, wie das Rammelsbergsche, mit Feuersetzen betrieben wird, und dessen Temperatur zunächst nach beendigten Bränden durchschnittlich an 50° C beträgt. Aber nicht nur, daß ein starker Luftzug zur Abkühlung der Gruben und zum Ableiten der erstickenden Schwefel- und Arsenikdämpfe nöthig ist, um den Arbeitern den Aufenthalt in der Grube möglich zu machen, so bedarf es schon zur Unterhaltung des Feuers selbst natürlich eines lebhaften Luftwechsels. Glücklicherweise ist die Zahl von Schächten, Strecken, und sonstigen Weitungen in diesem Bergwerke so groß, und die Luft dieser Räume erlangt eben durch die große darin herrschende Hitze eine solche Steigkraft, daß ohne alle künstliche Mittel ein hinlänglicher Luftzug eintritt. Nur um die Strömung zweckmäßig zu leiten, und allen Punkten der Grube in gleichem Maße den erforderlichen Luftwechsel zu verschaffen, werden Wetterthüren angebracht, durch deren Oeffnen oder Verschließen dem Luftzuge der Weg vorgezeichnet wird.

Der Bergmann ist bei seinen mühevollen unterirdischen Nachsuchungen mancherlei Gefahren ausgesetzt; das Gestein der Berge, in denen er seine Gruben anlegt, besteht nie aus einem einzigen großen Stücke, sondern ist stets von Klüften in verschiedenen Richtungen durchsetzt, und dadurch in kleinere Theile zerspalten, die in jedem Augenblicke herabstürzen und den hülflosen Mann zerschmettern können. Nur spärlich gelangt frische, athembare Luft in die langen engen unterirdischen Kanäle, und die Grubenwasser dringen unaufhörlich von allen Seiten in seinen Bau, um ihn anzufüllen. Gehen wir daher jetzt die Mittel durch, die er jener dreifachen Gefahr, verschüttet, erstickt oder ersäuft zu werden, entgegensetzt.

Wenn es gleich bei sehr festem Gestein, und bei sehr schmalen Stollen oder Schächten nicht immer nöthig ist, sie durch künstliche Mittel vor dem Einstürzen zu sichern, so gebietet doch in den allermeisten Fällen, zumal wo die Breite der Stollen und Schächte einigermaßen beträchtlich ist, die Vorsicht, eine feste Auskleidung derselben herzustellen. Dieß geschieht nun theils durch Zimmerung, theils durch Mauerung, theils durch Versetzen mit Bergen. Unter ihnen ist die Zimmerung das bequemste und am meisten übliche Verfahren, unterliegt aber, wie sich leicht ermessen läßt, theils nach der Form der auszukleidenden Räume, theils nach der Beschaffenheit des Gesteins mannigfaltigen Modifikationen.

Von der Grubenzimmerung.



117

Bei Stollen und Strecken reicht es oft hin, nur die Decke oder Forste durch Stempel, die zu beiden Seiten in Bohrlöcher eingelegt und so getragen werden, zu unterstützen; häufig indessen werden auch die Seitenwände mit verwahrt, indem man durch zwei aufrecht, oder gewöhnlich etwas geneigt stehende Ständer oder Thürstöcke a, b Fig. 117, und einen quer überliegenden Balken, s. die Kappe, ein Joch bildet, und solcher Joche eine Menge in geringeren oder größeren Zwischenräumen einsetzt und verkeilt (ganze Thür-

Digitized by Google

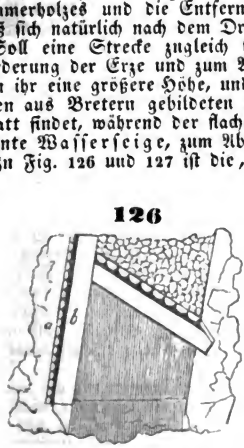
stockzimmerung). In Fällen, wo nur die eine Wand einer Sicherung bedarf, während die andere sich selbst zu tragen vermag, wendet man wohl die halbe Thürstockzimmerung an, die darin besteht, daß nur an der einen Wand Thürstöcke aufgerichtet werden, auf welche das eine Ende der Kappe aufgelegt wird, während ihr anderes Ende in ein Bühnloch der gegenüberstehenden festen Wand zu liegen kommt. Bietet das Gestein der Sohle nicht hinreichende Festigkeit dar, um den Thürstöcken den nöthigen festen Stützpunkt zu geben, so werden horizontale Schwellen oder Sohlhölzer untergelegt und auf die Enden derselben die Thürstöcke aufgestellt. Die Enden der Kappen und Thürstöcke müssen auf eine zweckmäßige Art zusammengefügt werden, so daß die ersteren bei möglichst geringer Schwächung, dennoch die Thürstöcke mit hinreichender Kraft auseinanderhalten.

Bei lockerem schiefrigen Gestein wird die Zimmerung sowohl an der Förste als den Wänden, äußerlich, d. h. nach der Seite des Gesteins zu, mit horizontalen Bretern oder Bohlen belegt, so daß der Stollen eine vollständige holzerne Ausfütterung erhält. Unter den gewöhnlichen Umständen werden diese Bohlen in dem Maße, wie die Zimmerung vorschreitet, hinter die Thürstöcke und über die Kappen eingeschoben; in ganz losem Gestein jedoch, z. B. in Sand oder Grand, geht man in umgekehrter Ordnung zu Werke, so daß man zuerst die äußere Bohlenbekleidung bildet, und erst nachher die Thürstöcke darin aufrichtet. Man treibt zu dem Ende dicke, an dem vorderen Ende scharfe Latten oder Pfähle hinter der schon fertigen Zimmerung in den vorliegenden Sand, so daß diese Latten eine Fortsetzung des Stollens bilden, die nunmehr ausgeräumt wird. Indem nämlich diese Latten an ihrem vorderen Ende durch den Sand selbst, hinten aber durch die Zimmerung gehalten werden, kann man den größten Theil des Sandes wegräumen, und nunmehr durch Einsetzen von Thürstöcken und Kappen die Latten vollends unterstützen, und so allmählig mit der Arbeit fortschreiten. Die Stärke des Zimmerholzes und die Entfernung der einzelnen Joche von einander muß sich natürlich nach dem Druck des Gesteins richten.

Soll eine Strecke zugleich für mehrere Zwecke, so namentlich zur Förderung der Erze und zum Abfluß der Grubenwasser dienen, so gibt man ihr eine größere Höhe, und in geringer Entfernung über der Sohle einen aus Bretern gebildeten Boden, auf welchem die Erzförderung Statt findet, während der flache Raum unter diesem Boden, die sogenannte Wasserseige, zum Abfluß dient.

In Fig. 126 und 127 ist die, in den Silbergruben bei Andreasberg

126



127

im Harz gebräuchliche Streckenzimmerung dargestellt; Fig. 126 im vertikalen Querschnitt, Fig. 127 im horizontalen Durchschnitt über der Förste. Es ist eine Art halber Thürstockzimmerung. a das Gestein, b die Thürstöcke oder Anpfähle, gegen welche Stempel gespreizt und mit Zulege-

Digitized by Google

stangen bedeckt werden. Die Anpfähle bekommen an der äußeren Seite eine Bekleidung von Latten oder Bohlen, und der Raum über den Zulegestangen wird mit Bergen gefüllt.

Die Zimmerung der Schächte ist ebenfalls, je nach der Beschaffenheit des Gesteins, dem Einfallen des Ganges, und dem Zwecke, zu dem sie bestimmt sind, sehr verschieden. Soll ein Schacht ausgezimmert werden, so muß er wo möglich quadratisch oder rektangulär sein, weil er sich bei dieser schon an und für sich bequemeren Form weit besser mit Zimmerung aussetzen läßt, als wenn er im Querschnitt einen Kreis oder ein Oval bildet. Die gewöhnlichste Art der Schachtzimmerung besteht in quadratischen oder rektangulären Rahmen (Gevieren, Gevierungen) aus achtzölligem Holze, die in Entfernungen von ½ bis ¾ Lachter von einander in dem Schachte angebracht werden. Nur bei sehr druckhaftem, nassen Gestein kommen die Vierungen unmittelbar an einander zu liegen. Die Geviere werden auf die Art eingesetzt, daß die zwei längeren Stücken an den beiden breiteren Seiten des Schachtes mit ihren Enden in Bühnlöcher eingelegt und darin festgekeilt werden, worauf man dann die beiden kürzeren Stücken auf sie aufkappt. Die Geviere werden jedenfalls so gelegt, daß ihre Ebene die Achse des Schachtes rechtwinklig schneidet, mag nun der Schacht vertikal oder schräg geneigt einfallen.

Mitunter ist eine vollständige Auszimmerung aller vier Seiten des Schachtes unnöthig und nur eine, oder zwei bedürfen einer Unterstützung. Diese wird dann durch Balken gebildet, die man vor der zu unterstützenden Wand mit beiden Enden in Bühnlöcher einlegt und verkeilt.

Liegen die Geviere nicht fest auf einander, so treibt man starke Latten oder Bohlen in der Längenrichtung des Schachtes zwischen sie und das Gestein, und bildet so eine vollständige Bekleidung desselben, auf ähnliche Weise, wie oben bei der Streckenzimmerung beschrieben ist. Natürlich müssen diese Bohlen mit den Gevieren fest verbunden werden, so daß sie nicht herabgleiten können.

Die großen rektangulären Schächte, die zugleich zur Förderung der Erze, zur Wasserlosung und als Fahrschächte für die Bergleute dienen, bekommen gewöhnlich eine Scheidewand, wodurch also zwei Abtheilungen gebildet werden, deren eine als Förderschacht, die andere als Fahrschacht benutzt wird. Diese Scheidewand wird durch starke, quer über die Geviere gelegte Balken oder Kappen gebildet, die mit Bohlen in der Längenrichtung des Schachtes belegt werden, und nicht wenig zur Verstärkung der ganzen Zimmerung beitragen. Hie und da bringt man auch wohl in dem Förderschacht noch eine Scheidewand an, um die beiden Kübel, deren einer allemal aufsteigt, während der andere herabgeht, ganz zu trennen, und sie vor jeder Berührung mit einander zu schützen. Die zur Wasserlosung dienenden Pumpen und Gestänge befinden sich gewöhnlich in dem Fahrschacht. Ein in vielen Fällen sehr wichtiger Nebenzweck der Scheidewand zwischen Förder- und Fahrschacht besteht noch in der Wetterlosung, d. h. der Fortschaffung der in den Gruben oft vorkommenden, ungesunden, selbst tödtlichen Luftarten (Wetter). Durch Mittel, von denen weiter unten die Rede sein wird, bewirkt man eine Zirkulation der Luft, so daß in der einen Abtheilung des Schachtes frische atmosphärische Luft herab, in der anderen die Grubenwetter hinaufsteigen.

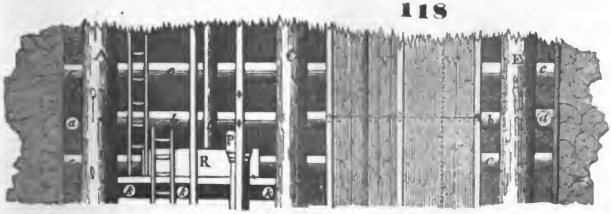
Da es sehr wesentlich darauf ankommt, dem Zimmerholz wo möglich seine ganze Stärke zu lassen, so schneidet man die Stämme nicht anders auf, als wo es durchaus nothwendig ist. Das Holz zu den Gevieren der Schachtzimmerung, und den Thürstöcken, und Kappen der Strecken erfährt weiter keine Vorbereitung, als nur die, daß man die Borke abschält, weil die Erfahrung lehrt, daß diese sehr bald in Fäulniß übergeht, und dann auch eine rasche Zerstörung des Holzes nach sich zieht. Es ist sogar vorgeschlagen worden, beim Eichenholze auch den Splint wegzunehmen.

Digitized by Google

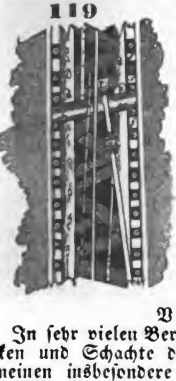
Harzreiche Hölzer, wie z. B. Fichtenholz, halten sich weit weniger lange, als Eichen-, Buchen-, Kirschbaum- und andere weniger harzige Holzer. Lerchenholz jedoch ist sehr brauchbar. Eichenholz hält sich in der Grube wohl an 40 Jahr, während harzige Holzer im Allgemeinen selten über 10 Jahr ausdauern. Je reiner und frischer die Luft in der Grube, um so besser konservirt sich die Zimmerung.

Fig. 118 und 119 sind vertikale Durchschnitte eines Schachtes, der

118



119



erstere in der Ebene des Streichens, der letztere in der Ebene des Einfallens des Ganges, auf dem der Schacht abgesunken. (Die Zeichnungen sind nach einem Schachte einer Harzer Grube entworfen.) Man sieht hier den Fahrschacht mit den Leitern oder Fahrten und den Pumpen r, t nebst den Pumpengestängen und die Forderschachte V, W. a, b, c, d, e, f, h, k, und A, C, E Theile der Zimmerung, R, eine holzerne Zisterne (Satzkästel), in welche sich das Wasser aus der einen Pumpe ergießt, um von der nächst höheren Pumpe aufgesogen und weiter geschafft zu werden. Das gesammte Pumpwerk einer Grube nennt man die Kunst, und einen Schacht, in dem sich die Pumpen befinden, den Kunstschacht.

Von der Grubenmauerung.

In sehr vielen Bergwerken wird die Verwahrung der Stollen, Strecken und Schachte durch Ausmauerung bewirkt, die zwar im Allgemeinen insbesondere da, wo das Zimmerholz nicht sehr schwer zu erlangen ist, weit kostspieliger als Zimmerung, dafür aber auch um so dauerhafter ist. Die Mauerung wird theils mit, theils ohne Mörtel bewirkt. Die Seitenwände der Stollen und Strecken werden gewöhnlich mit vertikalen Mauern bekleidet, die Forste aber durch ein Tonnengewölbe unterstützt. Ist das Gestein der Wände fest genug, so können die Seitenmauern gespart werden, und es reicht dann ein einfacher Bogen hin. In anderen Fällen umgibt man die ganze Strecke mit einer einzigen elliptischen Mauerung, deren große Achse vertikal steht, und über deren unteren Wölbung ein aus Bretern gebildeter Boden angebracht wird, unter welchem die Grubenwasser einen Abfluß finden. (M. s. Fig. 120.)

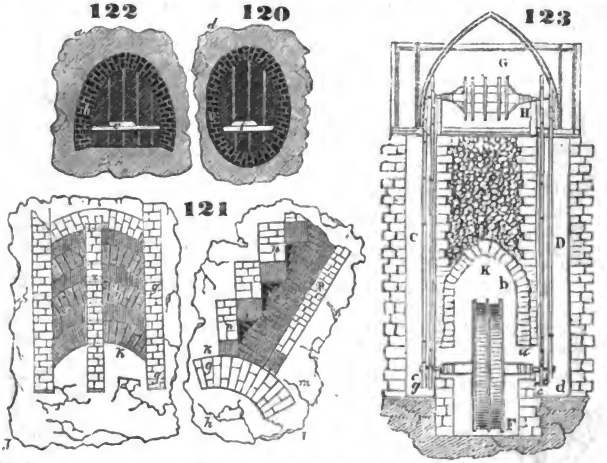
Die gemauerten Schachte sind gewöhnlich zylindrisch oder elliptisch, weil sie so dem Druck des umgebenden Gesteins mehr Widerstand leisten, als wenn man sie viereckig und mit flachen Mauern ausführen wollte. Uebrigens findet man hie und da auch wohl viereckige gemauerte Schachte.

In Fällen, wo eine ganz zu verlassende Strecke vor dem Einstürzen verwahrt werden soll, wendet man das eben so ökonomische wie einfache Mittel an, sie ganz und gar mit losem Gestein anzufüllen. Es leistet dieses dem äußeren Drucke einen ganz unüberwindlichen Wider-

Digitized by Google

stand. In der Gegend von Lüttich z. B. hat man solche vor mehreren Jahrhunderten mit Gestein versetzte Schachte wieder geöffnet, und sie völlig unversehrt gefunden.

Fig. 120, 121, und 122, stellen einige der wichtigeren Arten von



Grubenmauerung dar, Fig. 123, das innere Mauerwerk der Radstube eines großen oberschlächtigen Kunstrades.

Beim Ausmauern einer Strecke fängt man damit an, das Gestein der Forste so weit wegzuhauen, daß die so gebildete Aushöhlung um 2½ Fuß höher ist, als die Seitenmauern werden sollen. Ist man mit diesen nun bis auf einige Lachter vorgerückt, so legt man einige Querbalken und Breter als Gerüst für die Arbeiter über die Seitenmauern, bringt die nur zwei Fuß lange Schablone auf, und wölbt nun den Bogen darüber zu. Der noch übrige freie Raum über dem Gewölbe wird zuletzt mit losen Bergen ausgefüllt. Bei der Streckenmauerung muß besonders auf die Richtung des stärksten Druckes Rücksicht genommen werden. Ist er von allen Seiten ungefähr gleich, so ist besonders die elliptische Ausmauerung Fig. 120 an ihrem Platze, wie sie in mehreren Stollen bei Schneeberg, Rothenburg, Idria u. a. in Ausführung gebracht ist. Fig. 122 zeigt die Mauerung des berühmten tiefen Georgsstollens auf dem Harz; a das Gestein, das nur an den Seitenwänden und der Forste einer Unterstützung bedarf, b das Mauerwerk, c der hölzerne Boden, unter welchem die Wasserseige.

Fig. 121 stellt zwei Durchschnitte der Schachtmauerung mit überspringenden Bogen dar, wie sie auf der Grube „Vater Abraham" bei Marienberg ausgeführt ist; die zur Linken in der Ebene des Streichens, die zur Rechten in der Ebene des Einfallens des Ganges, auf welchem der Schacht abgeteuft ist. m das Liegende (d. h. das unter dem Gange befindliche Nebengestein), k, das Hangende (d. h. das Gestein zunächst über dem Gange). n n. die zur Unterstützung des Hangenden gemauerten Bogen, die sich zum Theil gegen die Seitenwände des Schachtes, zum Theil gegen große, von dem Liegenden bis zum Hangenden des Ganges geschlagene Bogen z stützen; y die senkrechten Mauern an den Seitenwänden (Stoßen) des Schachtes. x eine gemauerte Scheidewand, die den Schacht in zwei ungleich große

Digitized by Google

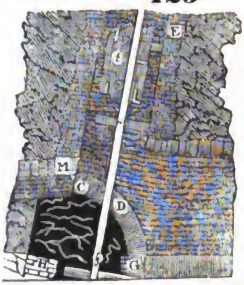
Abtheilungen, nämlich den größeren Treib- oder Förderschacht, und den kleineren Fahr- und Kunstschacht eingetheilt.

Fig. 123 ist eine Ansicht des Wassergöpels oder der Treibkunst, zum Behuf der Schachtförderung. b ein großes Kehrrad, d. h. ein oberschlächtiges doppeltes Rad, dessen Schaufeln in entgegengesetzter Richtung eingesetzt sind, so daß, je nachdem man das Aufschlage-Wasser auf die eine oder andere Hälfte des Rades leitet, nach Belieben eine rechts oder links gehende Drehung erzielt werden kann, wie sie zum Auf- und Niedertreiben der Kübel erforderlich ist. Die Bremse, d. h. die Vorrichtung zum Anhalten des Rades ist entweder an dem Rade selbst, oder an dem Korbe angebracht. Das Rad ist zu beiden Seiten mit doppelt gekröpften Krummzapfen versehen, auf welche die unteren Enden der Korbstangen c, g, e, d aufgezogen sind, und welche mit ihren oberen Enden auf ähnliche Krummzapfen an der Achse des Korbes wirken. G der Seilkorb oder Korb, eine weite hölzerne, auf einer Welle sitzende hohle Trommel, die theils zylindrisch, theils kegelförmig gestaltet ist, und auf welche sich die Treibseile aufwinden. Er ist außerhalb der Grube auf der Erdoberfläche H unter einer Bedachung angebracht, und die Treibseile laufen von ihm seitwärts über Rollen in der Treibschacht. K das Gewölbe über dem Rade; C, D, kleine Schächte für die Korbstangen; a Oeffnungen zwischen diesen Schachten und der Radstube, durch welche man zu dem Rade gelangt. Die Tiefe der Radstube unter der Erdoberfläche hängt natürlich von Oertlichkeiten ab, und richtet sich nach dem Niveau des Aufschlagewassers, der Beschaffenheit des Gesteins und anderen Umständen. Das Rad selbst bekommt einen Durchmesser von 26 bis 36 Fuß.

Fig. 124 und 125 sind zwei Durchschnitte eines und desselben aus-

124

125



gemauerten Schachtes, die erstere in der Ebene des Streichens, die zweite in der Ebene des Fallens des Ganges, auf welchem der Schacht abgeteuft ist.

Zur Linken in Fig. 124 ist der Treibschacht, zur Rechten (in derselben Figur) der Fahrschacht. Die Scheidewand ist in der Figur weggelassen. A, B, sind die schmalen Seitenmauern, die durch die überspringenden Bogen C, D unterstützt werden. E (Fig. 125) die Mauer im Liegenden, die durch einen Bogen in der Mündung einer Strecke ihre Unterstützung findet. Die Fortsetzung dieser Mauer nimmt bei G ihren Anfang, und wird durch einen anderen Bogen in der nächst tieferliegenden Strecke getragen. Das gegenüberstehende Gemäuer im Hangenden stützt sich auf einen Bogen M, der ebenfalls die Mündung einer horizontalen Strecke überspannt. Bei H (Fig. 125 unten linker Hand) läuft das Gemäuer im Hangenden weiter abwärts, um wieder durch einen Bogen einer tieferliegenden Strecke die nothige Widerlage zu erhalten.

Digitized by Google

a, b, c, d, die zur Führung des einen Kübels dienenden Donnungslatten, e, f, g, h, die Donnungslatten des zweiten Kübels, i, i, die Lager der Ruhebühnen, auf denen die Leitern (Fahrten) aufstehen, und die gewöhnlich in Entfernungen von 3 bis 4 Lachtern von einander angebracht sind. k, k, Querhölzer zur Befestigung der Donnungslatten. t der eine Förderkübel mit Friktionsrollen; der zweite ist hier nicht zu sehen, sondern befindet sich höher oder tiefer.

Von der Wetterlosung.

Unter Wetter versteht der Bergmann die in den Gruben befindliche, oft mit ungesunden, irrespirabeln, oder brennbaren Gasarten gemischte Luft; unter Wetterlosung die Auswechslung derselben mit frischer atmosphärischer Luft. Die Ursache solcher schädlichen, dem Bergmann oft höchst gefährlichen Gasentwicklungen ist in verschiedenen Umständen zu suchen. In Steinkohlengruben, in denen sich besonders häufig brennbares Gas (schlagende Wetter) ansammelt, liegt der Grund seiner Entwicklung ohne Zweifel in einem langsamen Zersetzungsprozesse, der in der Masse der Steinkohlen vor sich geht, und die Ausscheidung von Kohlenwasserstoffgas (Grubengas) bedingt. Eine zweite, auch in anderen Bergwerken wirksame Ursache der Luftverderbniß ist die in dem feuchten Holze der Zimmerung eintretende Zersetzung oder Fäulniß, bei welcher nicht nur gleichfalls Kohlenwasserstoffgas entweicht, sondern auch ein Theil des in der Luft enthaltenen Sauerstoffes verbraucht wird. Ferner muß die Respiration der Arbeiter und das Brennen der Lampen, in einzelnen Fällen auch die, durch die Feuchtigkeit begünstigte Zersetzung von Schwefelkies und anderen Erzen eine gewisse Verminderung des Sauerstoffgehaltes der Luft herbeiführen; ja es können unter Umständen selbst arsenikalische und queckſilberhaltige Ausdünstungen eintreten. Daher denn die Nothwendigkeit eines möglichst raschen Luftwechsels.

Man kann die Wetterlosung in zwei Arten, die natürliche und die künstliche, eintheilen; bei der ersteren entsteht die Zirkulation der Luft durch den Unterschied in der Dichtigkeit der äußeren und der Grubenluft; bei der zweiten durch mechanische Vorrichtungen, Wettersauger, Wetterbläser u. dgl., oder durch Wetteröfen.

Die Temperatur der Gruben, ganz abgesehen von solchen Bergwerken, in denen Feuersetzarbeit gebräuchlich ist, pflegt gewöhnlich etwas höher, als die mittlere Temperatur der äußern Luft zu sein. Im Winter ist daher die Grubenluft allemal wärmer, und also leichter als die äußere; im Sommer dagegen oft schwerer. Hat also eine Grube zwei in verschiedenem Niveau liegende Mündungen, so wird im Winter eine Strömung von der niedrigeren Oeffnung nach der höheren hin Statt finden; im Sommer aber umgekehrt von der höheren nach der tieferliegenden. Durch diesen Umstand also ist es möglich, selbst durch eine lange horizontale Strecke, die an dem Abhange eines Berges ausmündet, einen Luftzug zu bewirken, indem man sie mit einem zu Tage ausgehenden Schachte in Verbindung setzt. Selbst ohne Schacht tritt in nicht allzulangen Strecken eine Zirkulation dadurch ein, daß sich die Luft in der Strecke in zwei horizontale Schichten theilt, deren untere die kältere, schwerere, die obere dagegen die leichtere, wärmere Luft enthält. Im Winter also strömt die wärmere Grubenluft unter der Forste der Strecke aus, während die kältere, äußere Luft auf der Sohle einströmt; im Sommer findet eine entgegengesetzte Bewegung Statt. Dient ein Stollen zugleich zum Abfluß der Grubenwasser, so ruft schon die Fortbewegung des Wassers eine entsprechende Luftströmung hervor; die über dem Wasser in der Wasserseige befindliche Luft nämlich wird durch die Strömung des Wassers mit fortgerissen, und so aus der Grube abgeleitet, während in den oberen Raum des Stollens frische Luft einströmt.

Ist eine Grube mit zwei Schachten versehen, die ihre Mündungen in derselben Höhe haben, so tritt, wenn die Temperatur der Grube

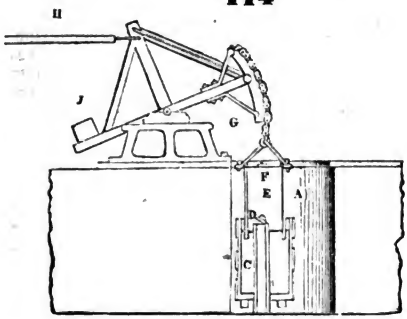
Digitized by Google

höher ist, als die der Atmosphäre, also im Winter, auch hier gewöhnlich eine lebhafte Zirkulation ein; im Sommer dagegen, so wie im Herbst und Frühling nicht; man hilft sich dann wohl damit, die Mündung des einen Schachtes mit einer 60 bis 80 Fuß hohen schornsteinförmigen Mauerung zu versehen, wodurch denn die Mündungen in verschiedenes Niveau kommen, und der gewünschte Luftzug entsteht.

Daß stürmische Witterung auch auf den Luftzug in den Gruben großen Einfluß üben müsse, und ihn, je nach der Richtung des Windes theils verstärken, theils aber auch vermindern könne, bedarf kaum der Erwähnung.

Ueber die künstlichen Mittel der Wetterlosung sehe man „Steinkohlen“ und „Ventilation“; nur der sehr zweckmäßige Taylor'sche Ventilator mag hier einen Platz finden. Die Einrichtung dieses sehr zweckmäßigen, jedoch keineswegs neuen Luftsaugers ist in Fig. 114 ab-

114



gebildet. Eine Saugröhre (Wetterlutte) B reicht von der Schachtöffnung bis auf den Grund der Grube hinab, geht mit ihrem oberen Ende durch den Boden eines zylindrischen, oben offenen Behälters C, der mit Wasser gefüllt wird. Die Mündung der Saugröhre ist mit einem sich nach oben öffnenden Ventil D versehen, und ragt über dem Wasserspiegel hervor. In das Wasser taucht eine gußeiserne Trommel E mit ihrer unteren Mündung ein, deren oberer hölzerner Boden ein nach außen sich öffnendes Ventil F enthält. Die ganze Trommel hängt an einer Kette, und wird mittelst des Kreuzes G und des Gestänges H abwechselnd gehoben und gesenkt. Beim Heben füllt sie sich mit Luft aus der Saugröhre, die beim Sinken der Trommel durch das Ventil F entweicht. Ein Gegengewicht I dient dazu, das Gewicht der Trommel zu balanziren. A ist die Oeffnung des Schachtes. Die Wirkung eines solchen Wettersaugers hängt natürlich von seinen Dimensionen ab. Eine Trommel von z. B. 2 Fuß Durchmesser und 6 Fuß Höhe, die in der Minute 3 Hübe macht, schafft pr. Minute 34 Kub. Fuß Luft aus der Grube.

Digitized by Google

Vergleichende Uebersicht einiger der wichtigsten

Von Burr. Aus dem Quarterly

	Die konsolidirten und vereinigten Gruben. (Gegenwärtig die reichsten in Cornwall.)	Die Gruben von Veta Grande. (Gegenwärtig die reichsten Gruben von Mexico.)
Lage	2 Meilen östlich von Redruth.	
Höhe	Höhe über dem Meeresspiegel 200 bis 300 Fuß. Größte Tiefe unter dem Meeresspiegel 1370 Fuß.	Höhe über dem Meeresspiegel ungefähr 6000 Fuß. Größte Tiefe über dem Meeresspiegel etwa 5000 Fuß.
Gebirgsgestein .	Urthonschiefer, der im Westen der Grube unmittelbar auf Granit aufliegt, und von häufigen Kluftausfüllungen von Porphyr durchsetzt wird, die mit den Erzgängen fast gleiche Richtung, und zum Theil bedeutende Mächtigkeit haben. An anderen Stellen bildet der Porphyr große unregelmäßige Stöcke im Thonschiefer. Quarztrümmer durchsetzen beide in mehrfachen Richtungen, und schneiden hie und da die erzführenden Gänge ab.	Uebergangsthonschiefer mit Dolomit, und an einigen Stellen mit Grauwacke wechselnd, theilweise zersetzt. Er ruht auf Syenit, und wird an einzelnen Punkten von Porphyr überdeckt.
Die Erzlagerstätte.	Die konsolidirten Gruben bauen auf den folgenden acht Gängen: 1. dem Wheal Fortune-; 2. dem Cusvea-; 3. dem Deebles-; 4. dem Old-; 5. dem Tailors-; 6. dem Tregonnings-; 7. dem Martins-, und 8. dem Glovers-Gang. Die vereinigten Gruben bebauen hauptsächlich den Old- (alten) Gang; etwa 5 oder 6 auf anderen Gängen arbeitende sind mehr oder weniger ergiebig. Außer den Hauptgängen kommen viel flache kleine Gangtrümmer vor. Die ersteren haben eine Mächtigkeit von 2 oder 3, bis 7 oder 8 Fuß; die letzteren gewöhnlich 12 bis 18 Zoll. Das Streichen der Gänge variirt zwischen den Richtungen von Ost nach West,	Der Hauptgang, die Veta-Grande, zertheilt sich häufig in drei, zum Theil in vier Trümmer, und erstreckt sich in diesem Falle auf eine Breite von 60 bis 70 Fuß. Wo sich dagegen die Trümmer zu einem Gang vereinigen, beträgt die Mächtigkeit desselben 8 oder 10 bis 20 oder 30 Fuß. Die Mächtigkeit der einzelnen Trümmer ist gewöhnlich 10 oder 12 Fuß; das oberste Trumm ist am reichsten. Die Veta-Grande streicht von OSO. nach WSW., und fällt unter 40 bis 45° gegen WSW. ein, und wird von mehreren anderen unbedeutenderen Gängen unter spitzen Winkeln durchsetzt, unter denen einer den Gang auf 700 Fuß verwirft; die merkwürdigste

Digitized by Google

europäischen und amerikanischen Bergwerke.

Mining Review, July 1835.

Grube von Valenciana. (Die zu Anfang des jetzigen Jahrhunderts reichste von Mexico.)	Die Grube Himmelsfürst. (Die zu Anfang des jetzigen Jahrhunderts reichste Grube in Sachsen.)
1/8 Meile nördlich von Guanaxuato.	1/2 Meile südöstlich von Freiberg.
Höhe über dem Meeresspiegel 7617 Fuß. Größte Tiefe über dem Meeresspiegel 5730 Fuß.	Höhe über dem Meeresspiegel 1346 Fuß. Größte Tiefe über dem Meeresspiegel 263 Fuß.
Die Veta-Madre von Guanaxuato, auf der sich diese Grube befindet, durchsetzt Thonschiefer und Porphyr, ist jedoch an dem ersteren am reichsten. Humboldt hält den Thonschiefer für ein, zunächst an das Grundgebirge grenzendes Gebilde des Uebergangsgebirges. Er geht zu unterst in Chlorit- und Talkschiefer über, und umschließt untergeordnete Lager von Syenit, Hornblendschiefer und Serpentin. Der den Thonschiefer überdeckende Porphyr stimmt in der Richtungsebene mit dem ersteren überein.	Das in der Umgegend von Freiberg herrschende Gestein, in welchem sowohl diese als auch die meisten übrigen dortigen Gruben bauen, ist primairer Gneis.
Der einzige hier aufsetzende Gang ist die Veta-Madre, die sich oft in drei Trümmer bis zu einer Breitenerstreckung von 130 bis 160 Fuß verästelt. Die Mächtigkeit des Ganges in unzertheiltem Zustande beträgt 20, 30, 60 bis 70, gewöhnlich jedoch nur 40 bis 50 Fuß. Der Gang streicht von Nordwest nach Südost, und fällt unter etwa 45° südwestlich ein.	Sie bauet auf 5 Gängen, deren hauptsächlichster 1 Fuß 6 Zoll bis 3 Fuß, die übrigen von 6 bis 12 Zoll Mächtigkeit haben. Der Hauptgang streicht von Nord nach Süd, und fällt westlich unter 45° ein. Mehrere der übrigen Gänge durchsetzen ihn.

Digitized by Google

	Die konsolidirten und vereinigten Gruben. (Gegenwärtig die reichsten in Cornwall.)	Die Gruben von Veta Grande. (Gegenwärtig die reichsten Gruben von Mexico.)
	und von OSO nach WSW. Der Hauptgang fällt unter ungefähr 35 bis 45° nördlich ein, die übrigen haben ein südliches Einfallen.	bis jetzt bekannte Verwerfung eines Ganges.
Die Erze . . .	Größtentheils Kupfererz, als gediegen Kupfer, Lasur und Malachit. Zinnstein kommt ebenfalls, obwohl in geringerer Menge vor.	Größtentheils Rothgülden, gediegen Silber, und silberhaltiger Schwefelkies.
Ausbeute an Metallen.	Die roben Erze liefern durchschnittlich 9¼ Prozent Gahrkupfer.	7 Loth vom Zentner Erz.
Gangart. . . .	Größtentheils Quarz in verschiedenen Varietäten.	Größtentheils Quarz, hie und da als Amethyst; Kalk- und Schwerspath.
Begleitende fremdartige Erze.	Als Begleiter der Kupfererze kommt der sogenannte „Gossan", nämlich Kieseleisenstein, dann Blende, Grauspießglanzerz, und Schwefelkies vor.	Begleitende Erze sind Blende, Grauspießglanz und Schwefelkies.
Tiefe der Hauptschachte.	Der Woolf's engine-Schacht 248 Lachter, der Pearce's engine-Schacht 275 Lachter; noch mehrere andere Schachte haben eine fast gleiche Tiefe.	Der Tiro General 182, der Gallega-Schacht 138 Lachter.
Menge der Grubenwasser pr. Minute.	333 bis 500 Kub. Fuß.	13 Kub. Fuß.
Höhe, bis zu welcher das Wasser gehoben wird.	In den konsolidirten Gruben 230 Lachter; in den vereinigten Gruben ungefähr 110 Lachter.	Durchschnittlich etwa 150 Lachter.
Auf die Wasserlosung verwandte Kraft.	9 Dampfmaschinen; 3 von 90 Zoll, 3 von 85 Zoll, 1 von 80, und 2 von 65 Zoll Zylinderweite; außer diesen noch ein Wasserrad von 48 Fuß Durchmesser.	Gewöhnlich 10 Pferdegöpel. (malacates.)
Nach Pferdekräften abgeschätzt.	1500 Pferdekräfte zur Zeit, oder, da ein Pferd nur etwa 8 Stunden täglich ar-	32 Pferdekräfte zur Zeit, also im Ganzen 100 Pferdekräfte.

Digitized by Google

Grube von Valenciana. (Die zu Anfang des jetzigen Jahrhunderts reichste Grube von Mexico.)	Die Grube Himmelsfürst. (Die zu Anfang des jetzigen Jahrhunderts reichste Grube in Sachsen.)
Gediegen Silber, Silberglanz, Sprödglanzerz, Rothgülden, gediegen Gold, silberhaltiger Bleiglanz.	Gediegen Silber, Silberglanz, Rothgülden, silberhaltiger Bleiglanz.
8 Loth Silber vom Zentner (100 Pfd.) Erz, also ¼ Prozent.	12 bis 14 Loth Silber vom Zentner Erz, also fast ½ Prozent.
Quarz, zum Theil als Amethyst und Hornstein; Kalkspath, Braunspath.	Quarz, Kalkspath, Braunspath.
Begleiter sind Blende, Spatheisenstein, Kupferkies und Schwefelkies.	Als begleitende Erze kommen vor: Blende, Spatheisenstein, etwas Schwefelkies und Arsenikkies.
Der Tiro General 310 Lachter.	Der Frankenschacht 180 Lachter.
Die Valentiana-Grube war von Beginn ihrer Eröffnung im Jahre 1760 bis zum Jahre 1780 ganz trocken. Unvorsichtiger Weise aber brachte man nun die Grube mit der benachbarten Tepeyac-Grube in Verbindung, die auf demselben Gange bauete, aber sehr naß war. Seit diesem Zeitpunkte zieht auch die Valentiana-Grube Wasser, pr. Minute ungefähr 18 Kub. Fuß.	8 Kub. Fuß.
310 Lachter.	133 Lachter.
Eine Dampfmaschine von 30 Zoll Zylinderweite und 7 Pferdegöpel.	Zwei Wasserräder, jedes 42 Fuß im Durchmesser.
65 Pferdekräfte zur Zeit, also im Ganzen 200.	16 Pferdekräfte zur Zeit, also im Ganzen 50.

Digitized by Google

	Die konsolidirten und vereinigten Gruben. (Gegenwärtig die reichsten in Cornwall.)	Die Gruben von Veta Grande. (Gegenwärtig die reichsten Gruben von Mexico.)
	beiten kann, im Ganzen 4500 Pferdekräfte.	
Ungefähre jährliche Kosten der Wasserlosung.	12700 Lstr.	20000 Lstr.
Jährlich gefördertes Erzquantum.	16400 Tons (360800 Zentner) Kupfererz und einige Tons Zinnerz.	21380 Tons (= 470360 Zentner) Silbererz.
Quantität des ausgebrachten Metalles.	1517 Tons (= 33374 Zentner) Gahrkupfer und ein wenig Zinn.	153000 Pfund (Troy) Silber,
Werth desselben.	119800 Lstr.	423400 Lstr.
Gesammtkosten des Grubenbetriebes.	93500 Lstr. exel. Abgaben; dagegen 98500 Lstr. incl. Abgaben.	252170 Lstr. 171240 Lstr.
Netto-Gewinn .	21000 Lstr.	
Betrag des angelegten Kapitals.	75000 Lstr.	130000 Lstr.
Zinsen des Kapitals.	280 Prozent, nach Rückzahlung des Anlagekapitals.	Fast 700 Prozent, nach Rückzahlung des Anlagekapitals.
Verhältniß der Kosten zu dem Gesammtertrage.	exel. der Abgaben 78 Prozent.	Ungefähr 59½ Prozent.
	Durchschnitt der letzten 10 Jahre.	Durchschnitt der letzten 6 Jahre.
Zahl der Arbeiter.	Ungefähr 2500 Mann, von denen 1450 beim unterirdischen Grubenbau beschäftigt sind.	Ungefähr 900 Mann, davon 600 unter der Erde.
Tagelohn durchschnittlich.	Ungefähr 3 Schilling (circa 1 Rthlr.)	Ungefähr 8 oder 9 Schilling (fast 3 Rthlr.)
Pulver	— — —	— — —
Art der Verwerthung der Erze.	Das Erz wird an die Schmelzkompagnien verkauft, und von diesen in Swansea in Süd-Wales verschmolzen.	Das Erz wird auf der Hacienda von Sanceda durch Schmelzung und Amalgamation von Seiten der Kompagnie zu Gute gemacht.

Berlinerblau und Blutlaugensalz. — Der nahen Beziehung wegen, die zwischen diesen beiden Fabrikaten Statt findet, wird es am angemessensten sein, sie auch zusammen abzuhandeln.

Das Wort „Berlinerblau" wird in zweifachem Sinne gebraucht: einmal nämlich dient es im Allgemeinen zur Bezeichnung des bekannten blauen Farbstoffes, der den wesentlichsten Bestandtheil verschiedener Malerfarben ausmacht, und in einer Verbindung von Eisen und Cyan besteht; zweitens aber versteht man darunter im Besonderen eine Mischung dieses Farbstoffes mit Thonerde, die sehr allgemein als Malerfarbe gebraucht wird. Der reine Farbstoff (ohne Thonerde) führt als

Digitized by Google

Grube von Valenciana. (Die zu Anfang des jetzigen Jahrhunderts reichste Grube von Mexico.)	Die Grube Himmelsfürst. (Die zu Anfang des jetzigen Jahrhunderts reichste Grube in Sachsen.)
Ungefähr 40000 Lstr.	Nicht genau bestimmbar, jedenfalls nur gering.
32500 Tons (= 715000 Zentner) Silbererz.	630 Tons (= 13860 Zentner) Silbererz.
221900 Pfund (Troy) Silber.	6160 Pfund (Troy) Silber.
Ungefähr 600000 Lstr.	Ungefähr 18000 Lstr.
197900 Lstr.	9500 Lstr.
118750 Lstr.	3560 Lstr.
Nicht bekannt, jedenfalls aber sehr gering.	Nicht bekannt, jedenfalls nur gering.
Nicht bekannt, gewiß aber mehrere hundert Prozent.	Nicht bekannt, wahrscheinlich sehr bedeutend.
60 Prozent; in den ersten 9 Jahren des laufenden Jahrhunderts 80 Prozent. Im Jahre 1809 wurde der Betrieb der Grube durch die Revolution unterbrochen.	73 Prozent.
3100 Indier und Mestizen, von welchen 1800 unter der Erde arbeiten.	700 Mann, von denen 550 unter der Erde beschäftigt sind.
4 bis 5 Schilling (1 Rthlr. 8 gr. bis 1 Rthlr. 16 gr.)	Ungefähr 1½ Schilling oder 12 ggr.
1420 Ztr. zum Werthe von 15830 Lstr.	240 Ztr. im Werthe von 1070 Lstr.
Das Erz wird an die Rescatadores verkauft, und in den Haciendas in der Nachbarschaft von Guanaxuato durch Schmelzung und Amalgamation zu Gute gemacht.	Die Erze werden von Seiten des Gouvernements in den Freiberger Hüttenwerken theils verschmolzen, theils mittelst der Amalgamation verarbeitet.

Durchschnitt bis zu Ende des achtzehnten Jahrhunderts.

Durchschnitt bis zu Ende des achtzehnten Jahrhunderts.

Fabrikat den Namen Pariserblau, so daß, als Fabrikate, Pariserblau und Berlinerblau einander gegenüberstehen, jenes, der reine, dieses der mit Thonerde gemischte Farbstoff. Man sollte daher, um Mißverständnissen vorzubeugen, den reinen Farbstoff durchweg „Pariserblau“ nennen; der Sprachgebrauch hat aber nun einmal das Wort Berlinerblau in der Chemie zur Bezeichnung des reinen Farbstoffes sanktionirt.

Das Blutlaugensalz (blausaure Kali, eisenblausaure Kali, blausaure Eisenoxydulkali, Kalium-Eisencyanür, (Prussiate of potash, Ferrocyanate de potasse) entsteht allemal beim Glühen stickstoffhaltiger, organischer Stoffe mit Kali und Eisen. Wenn man nämlich solche

Digitized by Google

Stoffe, z. B. getrocknetes Blut, Horn, Haar, Häute u. dgl. mit Pottasche mischt, und in einem eisernen Gefäße einer mäßig starken Glühhitze aussetzt, so entsteht eine dunkelgraue Masse, die mit Wasser ausgezogen, die sogenannte Blutlauge (lixivium sanguinis) liefert, aus welcher nach dem Abdampfen und Erkalten gelbe rektangulär tafelförmige, an den Rändern zugeschärfte Krystalle anschießen; die nun als Blutlaugensalz in den Handel kommen. Das Blutlaugensalz besteht aus

2	Atomen	Kaliumcyanid	1625, 652
1	„	„ Eisencyanür	662, 123
3	„	„ Wasser	337, 440
			2625, 215

also in 100 Theilen aus 61, 93 Kaliumcyanid, 25, 22 Eisencyanür, und 42, 85 Wasser. Die Krystalle sind fast durchsichtig, sehr weich, von süßlichsalzigem, etwas bitteren Geschmack, lösen sich in 4 Theilen Wasser von 11°, und 1 Theil kochendem Wasser. Bei gewöhnlicher Temperatur der Luft ausgesetzt, bleiben sie unverändert, in mäßiger Wärme jedoch verlieren sie ihr Krystallwasser ohne Aenderung der Form, nehmen aber eine weiße Farbe an, und werden sehr zerreiblich.

Das Blutlaugensalz bewirkt in den meisten Metallsolutionen Niederschläge, die sich zum Theil durch eigenthümliche Farben charakterisiren, daher es denn auch für den analytischen Chemiker eines der unentbehrlichsten Reagentien ist. Diese Niederschläge entstehen dadurch, daß sich das Metallsalz mit dem Cyankalium gegenseitig zersetzt, wobei ein Cyanmetall gebildet wird, das nun in chemischer Verbindung mit dem Eisencyanür niederfällt. Nur muß man dafür sorgen, daß die zu prüfende Flüssigkeit nicht allzustark sauer ist, weil das Blutlaugensalz in Berührung mit konzentrirten Säuren, zumal nach einigem Stehen, eine theilweise Zersetzung unter Abscheidung von Berlinerblau erleidet, wodurch dann Irrthümer entstehen können.

Verhalten des Blutlaugensalzes gegen die verschiedenen Auflösungen:

Bleioxydsalze	weißer Niederschlag,
Ceroxydulsalze	weißer Niederschlag in Salpetersäure löslich,
Chromoxydulsalze	grüner Niederschlag,
Eisenoxydulsalze	weißer Niederschlag, der an der Luft fast augenblicklich blau wird,
Eisenoxydsalze	dunkelblauer Niederschlag,
Goldsalze	nicht gefällt,
Iridiumsalze	desgleichen,
Kadmiumsalze	weißer Niederschlag,
Kobaltsalze	graugrüner Niederschlag,
Kupferoxydsalze	braunrother Niederschlag,
Manganoxydulsalze	weißer, allmählig röthlich werdender Niederschlag,
Nickelsalze	grünlich gelber Niederschlag,
Osmiumoxydsalze	nicht gefällt,
Palladiumoxydsalze	gelblich brauner Niederschlag,
Platinsalze	nicht gefällt,
Quecksilberoxydulsalze	weißer Niederschlag,
Rhodiumoxydsalze	nicht gefällt,
Silbersalze	weißer Niederschlag,
Antimonoxydsalze	weißer Niederschlag,
Tantaloxydsalze	gelber Niederschlag,
Telluroxydsalze	nicht gefällt,
Uranoxydul- / Uranoxydsalze	braunroth,
Wismuthsalze	weißer Niederschlag,
Zinksalze	weißer Niederschlag,

Digitized by Google

Zinnoxydul- | salze . . . weißer Niederschlag,
Zinnoxyd- |
Thonerdesalze . . . . weißer Niederschlag, erst nach einiger Zeit entstehend,
Zirkonerdesalze . . . . weißer Niederschlag,
Yttererdesalze . . . . graulichweißer Niederschlag.

Die Lösungen der übrigen Erden und der Allalien werden durch Blutlaugensalz nicht gefällt.

Der in Kupferlösungen entstehende Niederschlag hat eine sehr angenehme braune Farbe, und ist wohl als Malerfarbe vorgeschlagen. Er ist nur nicht völlig undurchsichtig, und deckt daher nicht gut.

Der Niederschlag mit Eisenoxydlösungen ist unter allen bei weiten der wichtigste, und stellt eben das Berlinerblau dar. Seine Entstehung beruht, nach der bereits vorhin gegebenen Erläuterung, darauf, daß sich das Cyankalium mit dem Eisenoxydsalze austauscht, wobei Eisencyanid gebildet wird, welches mit dem schon vorhandenen Eisencyanür sich zu Berlinerblau verbindet, und niederschlägt.

Das so erhaltene *neutrale* Berlinerblau, Eisencyanürcyanid, besteht
aus 3 Atomen Cyanür 1986, 639
und 2 „ „ Cyanid 2325, 582

4312, 221

enthält also in 100 Theilen 46,07 des ersteren gegen 53,93 Theile des letzteren.

Bei der gewöhnlichen Darstellungsmethode des Berliner- und Pariserblaues im Großen entsteht zunächst eine von der so eben gegebenen Zusammensetzung etwas abweichende Verbindung, weil man sich zur Fällung keines reinen Eisenoxydsalzes, sondern eines nur theilweise in Oxydsalz umgewandelten Eisenvitriols bedient, der also Eisenoxydul- und -oxyd in unbestimmtem gegenseitigen Verhältnisse enthält. Nun aber geben Eisenoxydulsalze mit Blutlaugensalz einen weißen, aus Eisencyanür (ohne Cyanid) bestehenden Niederschlag, der erst an der Luft durch Aufnahme von Sauerstoff blau wird, wobei *basisches Berlinerblau* entsteht; daher denn auch bei Anwendung von nur theilweise oxydirtem Eisenvitriol ein Antheil basisches Berlinerblau mitgebildet wird.

Das basische Berlinerblau, dessen Farbe mit der des neutralen ganz übereinstimmt, weicht von diesem nur dadurch ab, daß es in Wasser zu einer schön blauen Flüssigkeit auflöslich ist, daher auch der Name „*lösliches Berlinerblau*". Mit dieser basischen löslichen Verbindung darf nicht verwechselt werden ein anderes ebenfalls lösliches Berlinerblau, welches entsteht, wenn eine Auflösung von salpetersaurem Eisenoxyd langsam und unter beständigem Rühren zu einer Lösung von Blutlaugensalz gefügt wird. Der hiebei entstehende blaue Niederschlag ist theilweise in reinem Wasser löslich, und bildet damit eine schön dunkelblaue Lösung, die sich zur Trockne abdampfen läßt, und einen glänzenden firnißartigen Rückstand läßt, der sich nachher fast vollständig in Wasser löst, und in einer chemischen Verbindung von neutralem Berlinerblau und Cyaneisenkalium besteht.

Das reine neutrale, unlösliche Berlinerblau erscheint in mehr oder weniger harten und kompakten, die feinsten Sorten in ziemlich leichten lockern Stücken, die auf den Bruchflächen dunkel röthlichblau und glanzlos sind, beim Reiben jedoch einen schön kupferfarbigen Metallglanz annehmen, überhaupt in ihrem Gesammt-Ansehen große Aehnlichkeit mit Indig zeigen. Es ist in Wasser und Alkohol völlig unauflöslich, und wird von verdünnten, ja selbst mäßig konzentrirten Säuren nicht verändert. Konzentrirte Schwefelsäure dagegen verbindet sich damit zu einer weißen breiartigen Masse, aus der sich beim Verdünnen mit Wasser unverändertes Berlinerblau wieder abscheidet. Beim Erhitzen mit kon-

Digitized by Google

zentrirter Schwefelsäure, eben so durch Behandlung mit selbst kalter, konzentrirter Salpetersäure wird es ganz zersetzt, so daß auch auf Zusatz von Wasser die blaue Farbe nicht wieder zum Vorschein kommt. Kali und Natron, selbst ihre kohlensauren Salze, ätzender Baryt, Strontian und Kalk bewirken schon in der Kälte eine Zersetzung in der Art, daß sich das in dem Eisencyanid enthaltene Eisen als Oxyd abscheidet, während das metallische Radikal der zugesetzten Basis mit dem von dem Eisen getrennten Cyan zusammentritt, und sich mit dem Eisencyanür verbindet. Wendet man also z. B. Kali zur Zersetzung an, so entsteht wieder Kaliumeisencyanür, also Blutlaugensalz. Und gerade auf diesem Wege läßt sich ein viel reineres Blutlaugensalz darstellen, als es selbst durch mehrmaliges Umkrystallisiren der rohen Blutlauge gewonnen werden kann. Ein ähnlicher, obwohl nicht ganz gleicher Vorgang tritt ein, wenn man Berlinerblau mit rothem Quecksilberoxyd digerirt. Die blaue Farbe verschwindet auch hier, und es entsteht Quecksilbercyanid, das sich in dem Wasser auflöst, ohne jedoch mit Eisencyanür verbunden zu sein, während eine hellbraune aus Eisencyanür und Eisenoxyd bestehende Verbindung zurückbleibt.

Fabrikation von Blutlaugensalz. Es handelt sich hiebei, wie oben erwähnt, darum, thierische, stickstoffhaltige Materien entweder geradezu, oder nach vorläufiger Verkohlung mit kohlensaurem Kali und Eisen, zu glühen. Die Vorzüge des letzteren Verfahrens sind so groß, daß es das erstere fast ganz verdrängt hat, denn man gewinnt nicht nur bei der vorläufigen Verkohlung eine beträchtliche Menge kohlensaures Ammoniak, welches auf Salmiak verarbeitet werden kann, sondern man erspart sich auch die großen Uebelstände, die aus der Entwicklung so großer Massen höchst stinkender Destillationsprodukte erwachsen. Der Werth des kohlensauren Ammoniaks zur Salmiakfabrikation ist so groß, daß sehr häufig die Verkohlung thierischer Substanzen gerade des Ammoniaks wegen im Großen betrieben, und die Kohle nur nebenher auf Blutlaugensalz verarbeitet wird. Sehr häufig wird daher in Salmiakfabriken auch zugleich Blutlaugensalz und Berlinerblau fabrizirt.

Das Verfahren bei der trocknen Destillation der animalischen Substanzen ist in dem Artikel „Salmiak“ nachzusehen, und kann daher hier übergangen werden. Jede thierische Kohle ist zum Blutlaugensalz brauchbar, mit Ausnahme der Beinkohle, die des phosphorsauren Kalkes wegen, den sie enthält, und der sich mit dem zugesetzten kohlensauren Kali gegenseitig zersetzen und phosphorsaures Kali bilden würde, ganz untauglich ist.

Die Kohle wird fein pulverisirt, und mit guter roher, oder auch vorher gereinigter Pottasche in dem Verhältnisse von 1 bis 2 der ersteren gegen 1 Theil der letzteren sehr innig gemischt; entweder dadurch, daß man beide zusammen reibt, oder auch die Pottasche in möglichst wenigem Wasser löst, und mit dieser Lösung die Kohle zu einem Brei anmacht, den man dann trocknet. Dieses letztere Verfahren ist zwar etwas umständlicher, gewährt aber den doppelten Vortheil, daß einmal beim Auflösen der rohen Pottasche in wenigem Wasser die fremden, darin enthaltenen Salze, insbesondere das schwefelsaure Kali, zurückbleiben, und daß zweitens die Pottasche im aufgelösten Zustande sich in die kleinsten Poren der Kohle einzieht, und sich weit inniger mit ihr mengt, als dieß bei mechanischem Zusammenreiben möglich sein würde.

Dieß Gemenge muß nun in einem eisernen Gefäße geglühet werden, wobei es in einen breiartigen, halbgeschmolzenen Zustand übergeht. Man bedient sich dazu eines sehr starken gußeisernen Topfes, dessen Form verschieden sein kann, der aber jedenfalls eine leicht verschließbare, ziemlich enge Mündung haben muß. Die gewöhnlichste Form ist in Fig. 135 dargestellt. Der eiförmige Topf a hat einen zylindrischen Hals e, der durch eine Platte i verschlossen werden kann, und mit zwei Ar-

Digitized by Google

135

men c. e versehen ist. Das hintere Ende des Topfes läuft in einen massiven Ansatz b aus, der, wie die Figur zeigt, in das Mauerwerk des Ofens eingelassen wird, und dazu bestimmt ist, den Kessel zu tragen. z ist der Aschenfall, f die Heizthür, g der Rost, auf welchem das Feuer brennt. Die Flamme umspült den Topf ringsumher, und entweicht durch den Fuchs o in den Schornstein, h das obere Ofengewölbe, d eine Platte unter dem Halse des Kessels zur Vermeidung von Verlust beim Ausschöpfen der Masse.

Die Arbeit besteht nun darin, daß man den Topf ungefähr zur Hälfte mit dem Gemenge füllt, nun ein allmählig steigendes Feuer gibt, und die Masse von Zeit zu Zeit wendet. Kommt sie zum Glühen, so ist es Zeit, die Mündung des Kessels zu schließen, um der Luft den Zutritt zu der glühenden Masse abzusperren. Man fährt nun mit dem Feuern fort, ohne jedoch die Hitze bedeutend zu steigern, und öffnet alle Viertelstunden den Hals, um die Masse schnell umzurühren, worauf die Platte wieder eingesetzt wird. So lange der Prozeß im Fortgange begriffen ist, entwickeln sich brennbare Gasarten, die beim jedesmaligen Oeffnen des Topfes sich entzünden, und eine große Flamme bilden. In den späteren Stadien des Prozesses wird die Flamme immer kleiner, bis sie endlich nicht mehr zum Vorschein kommt, wo dann die Operation als beendigt angesehen werden darf. Die Dauer der ganzen Operation beträgt etwa 12 Stunden, vorausgesetzt, daß Ofen und Topf zu Anfang kalt waren. Die folgenden Schmelzungen, bei denen die Mischung sogleich in den glühenden Topf eingetragen wird, dauern nur etwa 8 Stunden. Ein Uebelstand, der bis jetzt noch nicht hat überwunden werden können, und durch den die Darstellung des Blutlaugensalzes nicht unbedeutend vertheuert wird, liegt darin, daß die eisernen Töpfe von dem darin vorgehenden Prozesse stark angegriffen werden, insofern sie selbst einen Theil des Materials, nämlich das Eisen, liefern müssen. Es findet an den inneren Wandungen, und besonders in den unteren Wölbungen des Bauches, wo die Glühhitze am stärksten einwirkt, eine Auflösung von Eisen Statt, wodurch an dieser Stelle der Bauch bald durchlöchert wird. Man ist daher genöthigt, die Töpfe wenigstens in der Wölbung sehr dick (wohl 2 Zoll stark) gießen zu lassen, wodurch aber auf der andern Seite der Nachtheil erwächst, daß, um im Innern die nöthige Glühhitze zu erzeugen, der Topf äußerlich einer sehr heftigen Glut ausgesetzt werden muß, und daher schnell verbrennt. Man hat daher versucht, der Mischung von Kohle und Pottasche, Eisen im feinzertheilten Zustande, als Feil- und Drehspäne zuzusetzen, wodurch allerdings das Eisen des Topfes weniger in Anspruch genommen wird, doch scheint das Resultat den Erwartungen nicht genügend entsprochen zu haben. Man hilft sich, sobald ein Loch entstanden ist, damit, den Topf umzuwenden, so daß die noch unversehrte obere Wölbung zu unterst kommt, und das Loch durch Eisenkitt und ein eingedrücktes Stück Eisenblech zu verschließen, in welcher Art dann noch eine Reihe von Schmelzungen darin vorgenommen werden kann.

Die fertige Masse wird nun mit eisernen Löffeln ausgeschöpft, in einem verschlossenen eisernen Kasten der Abkühlung überlassen, und endlich noch warm in einen Kessel mit kaltem Wasser gebracht, dieses zum Kochen erhitzt, und sobald sich alles Lösliche aufgelöst hat, durch ein leinenes Filtrum geseihet. Die durchlaufende klare gelbe Flüssigkeit ist nun die sogenannte Blutlauge, und wird entweder unmittelbar zur

Digitized by Google

Fällung von Berlinerblau verwandt, oder auf Blutlaugensalz verarbeitet. Zu diesem Ende dampft man sie in einer eisernen Pfanne zur angemessenen Konzentration ein, und gibt sie in ein hölzernes Wachsfaß, worin sie krystallisirt. Zum Verkauf ist das so erhaltene Salz noch nicht rein genug, sondern wird noch ein- oder zweimal umkrystallisirt. Die Mutterlaugen, welche bei der großen Löslichkeit des Blutlaugensalzes noch eine beträchtliche Menge davon, außer diesem aber auch kohlensaures, phosphorsaures, schwefelsaures Kali, Chlor-, Schwefel- und Schwefelcyankalium enthalten, werden entweder eingedampft, um so noch einen zweiten, wiewohl weniger reinen Anschuß von Blutlaugensalz zu liefern, oder zur Darstellung einer geringen Sorte von Berlinerblau verwandt.

Der bei der Schmelzung vorgehende Prozeß ist folgender:

Die thierische Kohle besteht im Wesentlichen aus Kohlenstoff und verhältnißmäßig wenig Stickstoff, und erleidet durch Glühen für sich keine Aenderung; denn, wenngleich Kohlenstoff und Stickstoff zu gleichen Atomen eine flüchtige Verbindung, das Cyan, eingehen können, so scheint doch in der thierischen Kohle der große Ueberschuß von Kohlenstoff den Stickstoff so fest zu binden, daß kein Cyan entsteht. Anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn man thierische Kohle in Berührung mit Metallen oder Metalloxyden glüht, z. B. mit Kali.

Unter dem Einfluß der Verwandtschaften zwischen Kalium und Cyan, so wie zwischen Sauerstoff und Kohlenstoff, wird das Kali zu Kalium reduzirt, während zugleich Kohlenstoff und Stickstoff zu Cyan zusammentreten, welches sich nun mit dem Kalium zu Cyankalium vereinigt. Der Vorgang gehört, wie man sieht, der so genannten disponirenden Verwandtschaft an. Ist außer dem Kali auch Eisen zugegen, so entsteht aus ähnlichen Gründen auch Cyaneisen, welches sich nun mit dem Cyankalium zu Cyaneisenkalium verbindet. Sehr häufig, zumal wenn die Schmelzung etwas frühzeitig unterbrochen wird, entsteht nicht soviel Cyaneisen, wie zur vollständigen Sättigung des Cyankaliums erfordert wird, daher denn die Masse einen Antheil eisenfreies Cyankalium enthält, welches bei der nachherigen Behandlung mit Wasser in die Lauge übergeht.

Um nun dieses Cyankalium in Eisencyankalium zu verwandeln, setzt man der rohen Lauge vor dem Eindampfen eine Auflösung von Eisenvitriol (schwefelsaurem Eisenoxydul) so lange zu, bis ein bleibender weißer, oder bläulicher Niederschlag sich zu bilden beginnt, wo man dann mit dem ferneren Zusatze aufhört. Kommt nämlich schwefelsaures Eisenoxydul mit Cyankalium zusammen, so nimmt ein Theil (1/4) des in dem letzteren enthaltenen Kaliums den Sauerstoff einer entsprechenden Menge Eisenoxydul auf, und tritt als Kali mit der Schwefelsäure zusammen, während das, durch Abgabe des Sauerstoffes reduzirte, Eisen sich mit dem frei gewordenen Cyan zu Cyaneisen verbindet, welches nun wieder mit dem unzersetzten Cyankalium zu Blutlaugensalz zusammentritt.

Bereitung des Pariser- und Berlinerblaues. Die Theorie der Entstehung des Berlinerblaues durch Zusammenbringen einer Lösung von Blutlaugensalz mit einem Eisenoxydsalze ist schon oben entwickelt; es sind jetzt noch einige Bemerkungen über die fabrikmäßige Darstellung dieser Farben hinzuzufügen.

Die Materialen anlangend, so richtet sich ihre Wahl natürlich nach der Schönheit und dem Preise des zu erzeugenden Fabrikates. Zu den feineren Sorten dieser Farben, besonders des Pariserblaues, nimmt man krystallisirtes, ja selbst mehrmals umkrystallisirtes Blutlaugensalz, zu gewöhnlichem Berlinerblau fast immer rohe Blutlauge, zu ganz geringen Sorten selbst die Mutterlauge von der Darstellung des krystalisirten Blutlaugensalzes.

Als Eisensolution dient fast ohne Ausnahme Eisenvitriollösung, bei welcher es ganz besonders auf völlig kupferfreie Beschaffenheit ankommt,

Digitized by Google

weil, wie oben angeführt, Kupfersalze mit Blutlaugensalz einen braunrothen Niederschlag zu Wege bringen, der natürlich die Reinheit der blauen Farbe wesentlich beeinträchtigen muß. Man entdeckt einen Kupfergehalt im Eisenvitriol sehr leicht, wenn man eine Probe davon in Wasser auflöst, einige Tropfen Schwefelsäure zusetzt, und nun ein blankgefeiltes Stück Eisen hineinstellt, welches sich, falls Kupfer zugegen ist, mit einer rothen Kupferhaut überzieht. Zwar läßt sich kupferhaltiger Vitriol vollständig vom Kupfer reinigen, wenn man ihn einige Zeit in einem Kessel mit Zusatz von Eisendrehspänen, alten Nägeln, oder sonstigem alten Eisen kocht. Allein, abgesehen von den damit verbundenen Umständen und Kosten, erwächst hieraus der Nachtheil, daß beim Kochen von Eisenvitriol mit metallischem Eisen, alles in der Lösung etwa enthaltene Oxyd zu Oxydul reduzirt wird, während doch gerade zur Fällung von Berlinerblau ein theilweise oxydirter Vitriol weit vortheilhafter ist.

Man suche daher wo möglich ganz kupferfreien Vitriol aus dem Handel zu beziehen, und bewahre ihn, falls er nicht schon hinreichend oxydirt sein sollte, so lange an freier Luft auf, bis er äußerlich braungelb geworden ist. Zur Herstellung sehr feiner Sorten Pariserblau ist salpetersaure Eisenoxydlösung vorgeschlagen, die ein so ausgezeichnet schönes Blau liefert, daß sich die erhöhten Produktionskosten durch die Qualität des Produktes kompensiren sollen.

Die rohe Blutlauge und selbst das einmal umkrystallisirte Blutlaugensalz enthält, wie schon erwähnt, mehr oder weniger kohlensaures Kali, wodurch neben dem Berlinerblau zugleich Eisenoxyd gefällt werden würde. Um dieß zu vermeiden, neutralisirt man entweder die Blutlauge durch Schwefelsäure, oder setzt diese der Eisensolution zu. Bei der Darstellung von gewöhnlichem Berlinerblau wird zur Neutralisation des kohlensauren Kali Alaun angewandt, der außerdem noch den Zweck hat, einen Niederschlag von Thonerde zu geben, der sich aufs innigste mit dem blauen Farbstoff mischt, und so die Gewichtsmenge vermehrt, ohne die Intensität der Farbe bedeutend zu vermindern. Man löst zu dem Ende die erfahrungsmäßig nöthige Menge von Alaun in der Lösung des Eisenvitriols auf, und schüttet diese Auflösung langsam und unter beständigem Rühren in die Blutlauge, wobei ein mehr oder weniger dunkelblauer Niederschlag sich ausscheidet, und nach einigem Stehen zu Boden setzt. Man zieht die überstehende Flüssigkeit von ihm ab, und ersetzt sie durch frisches Wasser, rührt den Bodensatz damit zusammen, läßt ihn wieder sich absetzen, und fährt mit diesem Auswaschen, dessen Zweck hauptsächlich darin besteht, das Berlinerblau durch den in dem Wasser enthaltenen absorbirten Sauerstoff vollständig zu oxydiren, und der Farbe die möglichste Tiefe zu geben, so lange fort, bis dieser Zweck erreicht und zugleich das schwefelsaure Kali vollständig ausgewaschen ist. Man bringt nun die Farbe auf Seihtücher, läßt sie darauf soviel wie möglich abtropfen, preßt sie dann etwas, aber nicht zu stark aus, und trocknet sie in Form von kleinen Kuchen oder Klümpchen im Schatten.

Da sich Berliner- und Pariser-Blau nach einmaligem Austrocknen nicht leicht in den Zustand von feiner Zertheilung zurückbringen lassen, den sie vor der Austrocknung hatten, so werden sie nicht selten en pâte (d. h. noch weich und ungetrocknet) verkauft und verbraucht, wie dieß namentlich zum Tapetendruck der Fall ist.

Die Eigenschaften des reinen Pariserblaues sind bereits oben angegeben; das Thonerde haltende Berlinerblau hat zwar viele Aehnlichkeit damit, nur geht ihm, besonders, wenn die Menge der Thonerde nicht sehr gering ist, der eigenthümliche metallische Lüster ab.

Stärkmehlhaltiges Berlinerblau, welches früher mitunter angetroffen wurde, scheint gegenwärtig wenig oder gar nicht mehr angefertigt zu werden; es ist sehr leicht daran zu erkennen, daß es, mit Wasser gekocht, eine kleisterartige Konsistenz annimmt.

Digitized by Google

Berliner- und Pariserblau werden hauptsächlich in der Wassermalerei und als Leimfarbe, wenig oder gar nicht in der Oelmalerei gebraucht. Ueber die Anwendung derselben, besonders aber des Blutlaugensalzes beim Zeugdruck sehe man „Kattundruckerei.“

Eine sehr interessante Entdeckung hinsichtlich des Berlinerblaues, daß es sich nämlich in Kleesäure zu einer klaren dunkelblauen Flüssigkeit auflöst, ist vor wenigen Jahren von Stephen und Nash in London gemacht, denen auch im Jahre 1837 ein Patent auf ihre Erfindung ertheilt ist.

Da das gewöhnliche Berlinerblau seiner Unauflöslichkeit wegen nur allein als Deckfarbe gebraucht werden kann, die im Vorhergehenden angeführten Arten von löslichem Berlinerblau aber zum Theil nach längerem Stehen sich zersetzen, zum Theil auch umständlich zu bereiten sind, so darf allerdings die Auffindung eines höchst einfachen Mittels, das Berlinerblau als Saftfarbe anzuwenden, als eine schöne Bereicherung der Farbenchemie angesehen werden.

Das Verfahren von Stephen und Nash besteht darin, daß sie käufliches Berlinerblau zuerst 24 bis 48 Stunden lang mit konzentrirter Salzsäure, oder auch mit konzentrirter Schwefelsäure, welche letztere nach dem Vermischen mit dem Berlinerblau mit einer gleichen Gewichtsmenge Wasser verdünnt wird, stehen lassen, und hierauf die Säure durch häufiges Auswaschen mit reinem Wasser wieder beseitigen, worauf sie das so vorbereitete, und auf einem Filtrum gesammelte und getrocknete Berlinerblau mit Kleesäure zusammenreiben und Wasser zufügen, worin es sich jetzt vollständig löst.

Die Unvollständigkeit der Patentbeschreibung, insbesondere der Mangel jeder Angabe über das zweckmäßigste quantitative Verhältniß zwischen den Materialien, machte eine genauere Prüfung dieses Verfahrens wünschenswerth und führte zu einer Reihe von Untersuchungen, die nicht nur die Richtigkeit der Sache bestätigten, sondern auch die spezielleren Data zur Beurtheilung des zweckmäßigsten Verfahrens an die Hand gab*).

Die Hauptresultate dieser Untersuchungen bestehen in Folgendem:

1. die vorläufige Behandlung des Berlinerblaues mit Salz- oder Schwefelsäure bedingt die Vortheile, daß

a. eine weit geringere Menge von Kleesäure zur Auflösung hinreicht, daß

b. die Auflösung auch bei längerer Aufbewahrung keinen Bodensatz bildet, sondern ganz unverändert bleibt, was ohne diese Vorbereitung nicht der Fall ist, und daß

c. auch eine konzentrirtere, verhältnißmäßig weniger Wasser enthaltende Auflösung gewonnen werden kann.

2. die zur Auflösung des Berlinerblaues erforderliche Menge Kleesäure ist nur gering; ein Ueberschuß dieser Säure trägt nicht nur nichts zur Auflösung bei, sondern vermindert sogar die Auflöslichkeit der blauen Verbindung im Wasser.

3. die Verbindung von Berlinerblau und Kleesäure ist nicht in jedem Verhältnisse in Wasser löslich, sondern bei Mangel an Wasser bleibt ein Theil in Form eines dunkelblauen Schlammes ungelöst zurück.

4. das zweckmäßigste Mengenverhältniß zur Darstellung einer konzentrirten, ohne Rückstand filtrirbaren, und auch bei längerer Aufbewahrung nichts absetzenden Auflösung besteht in 8 Theilen, mit Schwefelsäure vorbereiteten Berlinerblaues, 1 Theil Kleesäure und 256 Theilen Wasser. —

Kaliumeisencyanid (oxydirtes Blutlaugensalz, sesqui ferrocyanate of potash) entsteht, wenn man durch eine Auflösung von Blutlaugensalz

*) M. s. Karmarsch, über die Bereitung einer Berlinerblau-Auflösung, welche als Saftfarbe und blaue Schreibtinte angewendet werden kann. In den Mitth. d. Gew. Vereins f. d. Kgr. Hannover. 20. Lief. S. 448.

Digitized by Google

Chlorgas hindurchleitet. Die anfänglich hellgelbe Flüssigkeit färbt sich hiebei dunkelbraun, und setzt gewöhnlich einen geringen Bodensatz von Berlinerblau ab. Man fährt mit dem Durchleiten von Chlorgas so lange fort, bis ein Pröbchen der Flüssigkeit mit einer Eisenoxydlösung keinen Niederschlag mehr hervorbringt, worauf man das Ganze filtrirt und am besten im Vacuum über Schwefelsäure abdampft. Das Salz krystallisirt hierbei in granatrothen nadelförmigen Krystallen, die durch ein- oder mehrmaliges Umkrystallisiren gereinigt werden müssen, wo denn das Salz in großen rubinrothen, durchsichtigen, fast metallisch glänzenden prismatischen Krystallen anschießt. Es besteht in einer Verbindung von 3 Atomen Kaliumcyanid und 1 Atom Eisencyanid, und enthält in 100 Theilen 59,60 des ersteren gegen 40,40 des letzteren, oder 35,68 Kalium, 16,48 Eisen und 47,84 Cyan.

Auch dieses Salz wird als Reagens in der analytischen Chemie gebraucht, und dient besonders dazu, um Eisenoxydsalze auf einen Gehalt an Oxydul zu untersuchen, insofern es in reinen Oxydsalzen gar keine Veränderung bewirkt, in Oxydulsalzen dagegen einen blauen Niederschlag hervorbringt.

Aber auch mit andern Metallsolutionen gibt es zum Theil sehr charakteristische Niederschläge. Nach Gmelin ist die Farbe der Niederschläge:

bei Kobaltsalzen	. . .	dunkelrothbraun,
„ Kupfersalzen	. . .	schmutziggelbbraun,
„ Mangansalzen	. . .	bräunlich grau,
„ Nickelsalzen	. . .	gelblich braun,
„ Quecksilbersalzen	. .	gelb,
„ Silbersalzen	. . .	pomeranzengelb,
„ Titansalzen	. . . .	bräunlichgelb,
„ Uransalzen	. . . .	röthlichbraun,
„ Wismuthsalzen	. .	gelbbraun,
„ Zinksalzen	. . . .	pomeranzengelb,
„ Zinnsalzen	. . . .	weiß;

in Bleisalzen erzeugen sich erst nach einiger Zeit rothbraune Krystalle.

Bernstein. (Amber, Succin.) Ein fossiler, seiner Zusammensetzung sowohl wie seinen Gesammteigenschaften nach den vegetabilischen Harzen nahestehender Körper. Er ist theils durchsichtig, theils nur durchscheinend, zeigt auf den muscheligen Bruchflächen starken Wachsglanz, und kommt in verschiedenen Nuancen von Gelb, vom hellsten Strohgelb bis in das dunkelste Hyazinthroth vor. Ist die blaßgelbe Farbe mit einem geringen Grade von Durchscheinbarkeit verbunden, so entsteht ein fast milchweißes Ansehen. Das spezifische Gewicht des Bernsteins beträgt 1,080 bis 1,085, kommt daher mit dem des Wassers fast ganz überein. Durch Reiben wird er stark negativ elektrisch; an einer Lichtflamme entzündet, brennt er unter Anschwellen und Ausstoßung weißer, stechend aber nicht unangenehm riechender Dämpfe fort, ohne aber dabei soweit zum Schmelzen zu kommen, das er abtröpfelte. Er besteht, sowie die vegetabilischen Harze, aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff.

Am meisten Aehnlichkeit hat der Bernstein wohl mit dem Kopal und dem Honigstein, der erstere jedoch ist weniger bart, läßt sich ziemlich leicht mit dem Fingernagel ritzen, was bei Bernstein, dessen Härte zwischen der des Gypses und des Kalkspaths liegt, weniger der Fall ist, und schmilzt beim Brennen zu Tropfen zusammen; Honigstein dagegen läßt beim Verbrennen einen bedeutenden weißen Rückstand, und entwickelt beim Erhitzen keineswegs den eigenthümlichen Geruch des Bernsteins.

Erhitzt man Bernstein in einer Retorte, so kommt er zum Schmelzen unter Entwickelung von Bernsteinsäure, die sich in nadelförmigen Krystallen in der oberen Wölbung und dem Halse der Retorte ansetzt,

Digitized by Google

und von einem flüchtigen Oel, dem Bernsteinöl, das sich ebenfalls größtentheils im Halse verdichtet, und in einer Vorlage gesammelt werden kann. Diese Schmelzung ist aber mit einer Zersetzung des Bernsteins verbunden, so daß die geschmolzene Masse, das so genannte Colophonium succini nicht nur in der dunkleren, mehr bräunlichen, ja mitunter dunkelbraunen Farbe, sondern auch in den übrigen Eigenschaften wesentlich von dem unveränderten Bernstein abweicht.

Besonders interessant ist das recht bestimmt charakterisirte geologische Vorkommen des Bernsteins. Er findet sich nämlich stets in einzelnen, unregelmäßig knolligen oder nierenförmigen Stücken, in dem Sand, Thon oder der Braunkohle der Formation des plastischen Thons, die das älteste oder unterste Glied des tertiären Gebirges bildet, und zunächst unter dem Grobkalk oder Londoner Thon, und über dem jüngsten Gebilde des sekundären Gebirges, der Kreide, liegt. Die Größe dieser Stücke ist sehr verschieden und erreicht wohl die Größe einer Faust, was jedoch schon selten ist. Er kommt übrigens nicht regelmäßig lagerweise, wie z. B. der Feuerstein in der Kreide, noch auf Gängen vor, sondern das eine Mal in den erdigen, zerreiblichen Lagern, die die Braunkohlen begleiten oder einschließen, ein ander Mal in den Braunkohlen selbst, und tritt hier in Gesellschaft mit anderen Mineralkörpern, besonders mit Schwefelkies auf. Der im Sande und andern offenbar aufgeschwemmten Massen vorkommende Bernstein, wie er an den Küsten mehrerer Länder, ganz besonders der Küste von Pommern, gefunden wird, rührt unzweifelhaft von derselben Braunkohlenformation her, denn man trifft nicht selten noch andere organische Reste derselben Formation theils in ihn eingeschlossen, theils äußerlich mit ihm verbunden, an. Er darf durchaus nicht als ein postdiluvianisches Gebilde angesehen werden, weil seine eigentliche Lagerstätte von drei oder vier anderen, oft bedeutend mächtigen, bestimmt charakterisirten antediluvianischen Formationen bedeckt wird. So folgt in aufsteigender Ordnung auf die Formation des plastischen Thons, der die Bernsteinlagerstätten zunächst bedeckt, der Grobkalk, hierauf der Knochengyps mit den ihm angehörigen Mergellagern, hierauf Mergelkalk, der obere Mergelsandstein oder die Molasseformation und endlich die obere Süßwasserformation; sämmtlich dem tertiären Gebirge angehörig. Damit soll jedoch keineswegs gesagt werden, daß die bernsteinführenden Lager allemal von der ganzen eben genannten Zahl von Gebirgslagern bedeckt sind; im Gegentheil ist dieß bei den bis jetzt bekannten Bernsteinlagerstätten meistens nicht der Fall, aber nur aus dem Grunde, weil man so tief liegende, von einer solchen Masse anderer Lager bedeckte Lagerstätten aufzufinden selten Gelegenheit hat. Durch vergleichende, an vielen Punkten gemachte Beobachtungen aber ist es erwiesen, daß sich die successiven Ablagerungen der Erdrinde in der vorhin angegebenen Ordnung gebildet haben, und daß, wenn ein bernsteinführendes Braunkohlenlager auch nur von Einer der genannten Massen gedeckt wird, wir ihm dennoch dasselbe Alter zuschreiben müssen, als wenn auch die übrigen wirklich vollständig vorhanden wären.

Der Bernstein liegt oft in dünnen Plättchen zwischen den Schichten der Braunkohle; bei der holzförmigen, die noch ganz die Struktur des Holzes und der Baumstämme zeigt, aus denen sie entstanden ist, mehr nach der Seite der Rinde zu, als in der Mitte des Stammes; genau so, wie die Harzansammlungen auch jetzt noch in den harzreichen Hölzern vorkommen. Der Baum selbst, welchem die Braunkohle ihre Entstehung verdankt, ist, wie vielfache Beobachtungen, unter Anderen die Auffindung noch sehr gut erhaltener Saamen ergeben haben, eine Palmenart gewesen, und es leidet wohl keinen Zweifel, daß der Bernstein sich während der Lebensperiode dieser Bäume theils in ihnen abgesetzt, theils durch Ausfließen und nachheriges Erhärten die rundliche, getropft nierenförmige Gestalt angenommen hat, in der wir ihn noch jetzt

Digitized by Google

antreffen. Daß er ehemals flüssig gewesen sein müsse, geht mit unzweifelhafter Gewißheit daraus hervor, daß man sehr häufig fremde Körper in ihm eingeschlossen findet, die bei der Durchsichtigkeit des Bernsteins vollkommen gut zu erkennen sind, und die schon vielfach den Scharfsinn der Naturhistoriker beschäftigt haben. Gewöhnlich sind es Insekten oder doch Theile von ihnen, zuweilen Blätter, Blattstiele oder andere Pflanzentheile. Gewisse Insektenfamilien kommen weit häufiger vor, als andere, so z. B. die Hymenoptera, nämlich Insekten mit vier nackten häutigen Flügeln, wie z. B. die Biene und Wespe, dann die diptera, d. h. Insekten mit zwei Flügeln, als Mücken, Fliegen, Bremsen u. a.; ferner Spinnen, einige Coleoptern (Insekten mit Flügeldecken), Käfer, besonders die auf Bäumen lebenden Arten derselben, wie elaterides, desgleichen chrysomelida. Weit seltener kommen Lepidopteren (Insekten mit vier häutigen Flügeln) und die pterigosta, die mit einer panzerartigen Schale bedeckt sind, vor.

Man ersieht aus der Aufzählung der im Bernstein gefundenen Insekten, die wir besonders den Bemühungen Germars, Schweiggers u. A. verdanken, daß es größtentheils solche sind, die äußerlich an Bäumen oder auch in Spalten der Rinde leben; doch sind es sämmtlich unbekannte, jetzt nicht mehr vorkommende Spezies, die aber mit den Insekten der heißeren Zonen am meisten Uebereinstimmung zeigen.

Nur an wenigen Punkten kommen bernsteinführende Lager vor, die so reich daran sind, daß eine bergmännische Gewinnung mit Vortheil auf ihnen betrieben werden könnte; dagegen aber wird er an mehreren Küstendistrikten in großer Menge gesammelt; ganz besonders an der Ostseeküste zwischen Memel und Danzig, und zwar in der Nachbarschaft von Königsberg an dem Strande, zwischen Großdirschheim und Pillau.

Das Sammeln geschieht hier auf verschiedene Art; gewöhnlich wird er bei heftigen Stürmen mit Muscheln, Seegewächsen u. dgl. von der See an den Strand geworfen, wo ihn dann die Strandbewohner mit Netzen und Käschern auffischen. Ist nicht viel auf diese Art zu erlangen, so waten die Fischer in einer ledernen Bekleidung bis an den Hals in die See, bemühen sich nun, die Bernsteinstücke am Grunde zu erkennen, und holen sie mit Baggernetzen herauf. Besonders wenn viele Stückchen von Braunkohle auf der See schwimmen, pflegt auch die Ausbeute an Bernstein reich zu sein. Diese Bernsteinfischerei ist keineswegs ohne Gefahr, daher die Fischer auch gewöhnlich in größerer Zahl darangehen, um sich bei vorkommenden Unglücksfällen gegenseitig Hülfe leisten zu können. Auch in den Sandhügeln am Ufer wird Bernstein angetroffen, wo er in Lagern von Sand und Thon nesterweise vorkommt, und gegenwärtig durch eine Art Bergbau gewonnen wird. Mehrere dieser Gruben oder Schächte sind an 130 Fuß tief.

Endlich wird er auch an den steilen Uferabhängen und Klippen aufgesucht, indem die Fischer in Booten hinfahren, und mit langen Stangen, die vorn einen eisernen Haken haben, das lose Gestein an den Stellen, wo Bernstein in den Klüften zu bemerken ist, losbrechen. Daß auch bei dieser beschwerlichen Arbeit manches Boot zu Grunde geht, läßt sich leicht denken.

Auf Sizilien kommt Bernstein in einzelnen Stücken in Begleitung von Bitumen in Thon und Mergel vor, der auf Grobkalk aufgelagert ist. So gering auch die Ausbeute ist, so wird dennoch darnach gegraben. Der Bernstein ist hier von sehr verschiedenen Farben, zum Theil schön dunkel röthlich braun, hat eine Art weißer Rinde, und ist reich an Einschlüssen. Nicht minder trifft man Bernstein in den sandigen Gegenden von Polen, in weiter Entfernung von dem Meere, auch in Sachsen in der Nähe von Pretsch und Wittenberg in einem bituminösen Thon, der auch zugleich Braunkohlen führt. Endlich wird er auch an der Mündung des Jenisey Siberien, zugleich mit Braunkohle, und in Grönland gefunden.

Digitized by Google

Die schöneren Stücke Bernstein werden bekanntlich zu mancherlei Kunstarbeiten verwendet, während die schlechteren, unreineren, zu verschiedenen Zwecken in der Chemie, der Medizin, zu Lackirungen, zu Räucherpulver u. dgl. dienen.

Besonders unter den Völkern des Orients stehen Zierrathen und Kunstarbeiten von Bernstein in sehr hohem Werth, daher denn auch der Hauptbernsteinhandel zwischen Pommern und der Türkei Statt findet, und der Preußischen Staatskasse eine jährliche Revenue von 17,000 Thalern einbringen soll.

Ein gutes Stück von 1 Pfund kostet durchschnittlich 50 Thaler. Große Stücke sind sehr selten, doch wurde vor nicht langer Zeit ein Stück von 13 Pfund gefunden, wofür 5000 Thaler geboten wurden, und welches nach der Meinung der Armenischen Kaufleute in Konstantinopel zu 30 bis 40,000 Thaler würde verkauft werden können. Man hat wohl vorgeschlagen, unklare Stücke in heißen Sand zu legen, oder sie in Rüböl zu kochen, um ihnen mehr Durchsichtigkeit zu geben. Diese Mittel erfüllen zwar ihren Zweck, ertheilen aber, zumal das Kochen in Oel, dem Bernstein leicht eine dunklere Farbe, müssen daher mit großer Sorgfalt in Anwendung gesetzt werden.

Die mechanische Verarbeitung des Bernsteins zu Galanteriesachen geschieht in folgender Art: Er wird zuerst mit einem Meißel gespalten und dann durch Feilen, Raspeln oder Drehen, theilweise auch durch Schleifen auf einem schwedischen Schleifstein in die nöthige Form gebracht. Man polirt ihn auf der Drehbank mit Kreide und Wasser oder Oel, und gibt ihm endlich durch Reiben mit Flanell die letzte Politur. Bei dieser Bearbeitung erhitzt sich nicht nur der Bernstein, sondern wird auch ungemein elektrisch, und zerspringt leicht; daher man gewöhnlich mehrere Stücke zugleich in Arbeit nimmt, und sie abwechselnd schleift und wieder abkühlen läßt. Die Entwickelung von Elektrizität ist oft so stark, daß der Arbeiter in den Handgelenken und den Ellbogen schwache elektrische Schläge bekommt.

Um zwei Stücke Bernstein zimlich fest mit einander zu verbinden, bestreicht man die Flächen, die aneinander zu liegen kommen, mit Leinöl, drückt sie fest aneinander und erhitzt dabei das Ganze über einem Kohlenfeuer; wobei natürlich sehr viel darauf ankommt, die angemessene Hitze zu treffen, die nicht so hoch steigen darf, daß der Bernstein zu rauchen anfängt.

Im sogenannten Grünen Gewölbe in Dresden sind ganz zusammenhängende Massen von Bernstein aufgestellt, die durch einen eigenthümlichen Prozeß zusammengeschmolzen sein sollen.

Außer der Anwendung zu Kunstsachen besteht, wie schon erwähnt, eine zweite wichtige Benutzung des Bernsteins in der Bereitung des Bernsteinfirnisses. Wäre es möglich, den Bernstein in Alkohol, Aether oder ätherischen Oelen aufzulösen, so würde dieß ohne Zweifel einen ausgezeichneten Firniß liefern; auch ist er zur Zeit seiner Bildung offenbar flüssig, und zwar in einem ätherischen Oele gelöst gewesen, wie dieß bei allen anderen Harzen, die aus Bäumen ausfließen, der Fall ist, und auch dadurch eine Bestätigung erhält, daß beim Pulverisiren von Bernstein sich ein eigenthümlicher schwacher Geruch entbindet, der höchst wahrscheinlich von einem geringen Rückhalte des ursprünglichen Auflösungsmittels herrührt.

Nur nach vorhergegangenem Schmelzen, wobei der Bernstein in Oelen löslich wird, aber auch zugleich an Härte verliert und eine dunklere Farbe annimmt, können wir ihn bis jetzt zu Firnissen verwenden.

Einen guten dauerhaften Bernsteinfirniß bereitet man auf die Weise, daß man Bernstein in einem eisernen Topfe über einem raschen hellbrennenden Feuer soweit schmelzt, daß er eine zähe, halbflüssige Masse bildet, nun heißen Leinölfirniß in dem Verhältniß von 20 Loth auf das Pfund Bernstein hinzurührt, und, wenn die Mischung vollständig

Digitized by Google

bewirkt ist, und sich etwas abgekühlt hat, 1 Pfund Terpentinöl zusetzt. Einige geben auch noch einen Zusatz von 4 Loth Schellack, der jedoch die ohnehin ziemlich dunkle Farbe des Firnisses noch mehr verdunkelt.

Der schöne schwarze Firniß, der zum Lackiren der Wagen gebraucht wird, soll auf die Art zubereitet werden, daß man 1 Pfd. Bernstein schmelzt, ½ Quart gekochtes Leinöl zusetzt, die Mischung noch eine Weile stark erhitzt und pulverisirtes Kolophonium und Asphalt, von jedem 6 Loth einrührt, worauf man sie unter beständigem Rühren noch eine Zeit lang über dem Feuer stehen läßt, den Topf nun vom Feuer nimmt, und wenn er etwas abgekühlt ist, ½ Quart warmes Terpentinöl zugibt.

Das Bernsteinöl, das, wie schon oben erwähnt wurde, sich bei der trocknen Destillation von Bernstein bildet, kommt unter Andern zu dem früher gebräuchlichen Parfum „eau de luce.“ Durch Behandlung mit ein wenig konzentrirter Salpetersäure nimmt das Bernsteinöl eine zähe Konsistenz, wie Schusterpech, und einen moschusartigen Geruch an, und ist, unter der Benennung „künstlicher Moschus“, in Weingeist gelöst, als ein Mittel gegen den Keuchhusten und andere spasmodische Uebel empfohlen worden.

Bernsteinsäure (succinic acid, Acide succinique) wird durch trockne Destillation von gröblich zerkleinertem Bernstein bei allmählig gesteigerter Hitze, oder auch durch Destillation von Bernsteinpulver mit ½ Schwefelsäure, die vorher mit ihrem halben Gewichte Wasser verdünnt worden, erhalten. Die sublimirte Säure wird dann in heißem Wasser aufgelöst, mit Kali oder Natron neutralisirt, mit Beinkohle gekocht, um den Gehalt an riechendem Bernsteinöl abzuscheiden, filtrirt, durch salpetersaures Blei gefällt; der Niederschlag von bernsteinsaurem Blei abfiltrirt, ausgesüßt, und durch eine genau entsprechende Menge Schwefelsäure zersetzt.

Die Bernsteinsäure krystallisirt in weißen, geruchlosen, feinen prismatischen Krystallen und wird in der Chemie und der Medizin gebraucht. Besonders das bernsteinsaure Ammoniak ist ein vortreffliches Reagens zur Entdeckung und Trennung des Eisenoxydes von anderen Oxyden.

Beryll. (Beryl.) Ein sehr schöner, nicht eben theurer Edelstein, gewöhnlich von hell meergrüner, zuweilen aber auch honiggelber, hellblauer, selbst weißer Farbe. Er trägt in der Kunstsprache den Namen „Aquamarin.“

Biber. (Castor.) Ein besonders in Nord-Amerika einheimisches, aber auch in andern Ländern, z. B. auf den Inseln der Rhone, in geringer Zahl lebendes Säugethier. In der Technik wird der Pelz des Bibers sehr hoch geschätzt, und theils als Pelzwerk, theils und hauptsächlich zur Hutmacherei gebraucht, indem das feine seidenartige Haar zur Anfertigung der Kastorhüte dient. Man theilt die Biberfelle, die einen nicht unwichtigen Handelsartikel bilden, in drei Sorten: 1. frische Biberfelle, von Bibern, die im Winter, bevor sie gehaart haben, gefangen sind. Diese werden des dichten, weichen, ziemlich langen, feinen Haars wegen als eins der kostbarsten Pelzwerke sehr hoch geschätzt; 2. die trocknen oder mageren Biberfelle kommen von Bibern, die im Sommer, wo sie sich baaren, und schon viel Haar verloren haben, erlegt werden, und stehen, da sie ziemlich kahl sind, in geringem Werth; 3. die fetten Biberfelle; sind solche, die von im Winter getödteten Bibern herrühren, aber von den Wilden schon eine Zeit lang als Pelzwerk getragen, und durch den Schweiß ihrer Körper fettig geworden sind. Diese Sorte wird besonders von den Hutmachern benutzt.

Man hat in Frankreich wohl die Biberfelle durch Häute von Seeottern zu ersetzen versucht.

Bier. (Beer.) Eine gegohrne, durch Hopfen gewürzte Malzinfusion. Fälschlich wird jedoch das Wort Bier auch auf andere Getränke ausgedehnt, die zum Theil weder Hopfen noch Malz haben, als z. B. Sprossenbier, Ingwerbier, Syrupbier u. a. und aus irgend zuckerhaltigen Flüssig-

Digitized by Google

keiten gemacht werden, die man durch verschiedene Zusätze würzt und in die geistige Gährung versetzt.

Schon die Alten kannten das Bier, und die Römer nannten es Cerevisia (oder Ceresia), als ein aus Korn, der Gabe der Ceres, bereitetes Getränk. Das berühmteste derartige Getränk war der Pelusische Trank, nach der an der Mündung des Nils gelegenen Stadt Pelusium so genannt. Aristoteles spricht schon vom Bierrausch, und Theophrast nennt es sehr richtig Gerstenwein. Aus einer Menge historischer Nachrichten geht mit großer Wahrscheinlichkeit hervor, daß hierartige Getränke schon bei den alten Galliern und Germanen in Gebrauch waren, ja fast bei allen Völkern der gemäßigten Zone, und noch jetzt bildet Bier in allen Ländern, in welchen nicht der Weinbau heimisch ist, das Hauptgetränk.

Die Bierbrauerei wird sich am besten unter die folgenden 5 Abtheilungen bringen lassen, die wir der Reihe nach durchgehn wollen.

1. Die Materialien, also hauptsächlich Gerste und Hopfen.
2. Die Veränderungen, die mit der Gerste vorgehn müssen, wenn Bier daraus dargestellt werden soll; also das Malzen.
3. Die Bereitung der Malz- und Hopfen-Infusion, oder der Würze.
4. Die Gährung der Würze.
5. Das Klären, die Nachgährung und die Aufbewahrung des Bieres.

1. Von den Materialien.

Fast alle Getreidearten, als Gerste, Weizen, Mais u. a. liefern durch angemessene Behandlung hierartige Getränke, keine aber ein so gutes Bier, als Gerste. Diese kommt in zwei Sorten vor; der gewöhnlichen Gerste, hordeum vulgare, deren Aehren zwei Reihen Körner haben, und dem hordeum hexastichon, bei welcher allemal drei Körner aus einem Punkte entspringen, und welche dadurch das Ansehen gewinnt, als wären sechs Reihen Körner vorhanden. Diese letztere Art ist in England wenig bekannt, wird aber in Schottland unter dem Namen bear oder bigg viel angebauet, weil sie in kälteren Klimaten besser ausdauert, als die gewöhnliche Gerste. Das Klima hat auf die Qualität der Gerste großen Einfluß, je schöner das Klima, um so dicker und größer werden die Körner, und um so dünner die Hülsen; so wird in diesen Beziehungen ein Unterschied zwischen Norfolk- und Suffolk-Gerste, und der Gerste von Aberdeensbire gemacht. Die Körner der bigg sind spezifisch leichter, als die der gewöhnlichen Gerste, so z. B. wiegt ein Wincester Bushel (2150,42 engl. Cub. Zoll) gewöhnliche Gerste nahe 51 Pfund, dasselbe Maß bigg dagegen nur 47 Pfund.

Die Bestandtheile sind übrigens bei beiden fast ganz dieselben und in demselben Mengenverhältnisse darin vorhanden.

Die Qualität der Gerste erkennt man nicht nur an ihrer Schwere im trocknen Zustande, sondern auch an der Zunahme ihres Volumens, wenn sie eine Zeit lang in Wasser gelegt wird.

So liefern beim Quellen

100	Maß	Englische Gerste	circa	124	Maß
100	„	Schottische „	„	121	„
100	„	„ bigg oder bear	„	118	„
100	„	schlechter „	„	109	„
100	„	sehr schöne Gerste von Suffolk	„	183	„

Dieser Umstand steht mit der Menge Bier, die eine gewisse Quantität Malz liefert, in so nahem Verhältniß, daß die Steuerofficianten, die den Quellbottich ausmessen, sich wohl vorsehen, die zur Steuererhebung nöthige Volumbestimmung der gequollnen Gerste vorzunehmen, wenn diese das größtmögliche Volumen angenommen hat. 100 Pfund gute Gerste nehmen, durch Anziehung von Feuchtigkeit ungefähr die Hälfte ihres Gewichtes Wasser auf, und wiegen circa 147 Pfund. Je besser die Gerste, um so mehr Feuchtigkeit zieht sie an.

Als Bestandtheile des Gerstenmehls fanden sich nach einer Analyse in 100 Theilen durchschnittlich folgende:

Digitized by Google

Hordein (ein inniges Gemeng von Stärke und Kleber) 67,18; Faserstoff 7,29; Pflanzeneiweiß, durch Wasser ausziehbar 1,15; Kleber 3,52; Zucker 5,21; Gummi 4,62, phosphorsaurer Kalk 0,24; Wasser 9,37; Verlust 1,42. Außer diesen Bestandtheilen scheint die Gerste noch ein eigenthümliches flüchtiges Oel zu enthalten, das man bei der Destillation gegohrner Gerstenmalz-Maische erhält. (M. s. Branntwein.) Man kann dieses Oel auch aus Gerstenmehl durch Alkohol ausziehen, es beträgt aber nicht mehr als wenige Tausendtheile; auch in den Hülsen ist eine geringe Menge von diesem widerlich riechenden Oel enthalten.

Proust glaubte in der Gerste einen eigenthümlichen Stoff entdeckt zu haben, den er Hordein nannte, und den er durch Einwirkung von kaltem und kochendem Wasser von der Stärke trennte. Er fand, daß wenn man Gerstenmehl fortgesetzt mit Wasser behandelt, 89 bis 90 Prozent einer mehlartigen Masse gewonnen werden, die nach ihm aus 32 bis 33 Stärke und 57 bis 58 Hordein bestehen sollten.

Einhof erhielt aus 100 Theilen Gerstenkörner 70,05 Mehl, 18,75 Hülsen, und 11,20 Wasser.

Nach Proust ist das Hordein ein gelbliches Pulver, ungefähr wie feine Sägespäne; es enthält keinen Stickstoff, wenigstens liefert es bei der trocknen Destillation kein Ammoniak, und verhält sich in sofern ganz verschieden vom Kleber.

Beim Keimen der Gerste, also beim Malzen, nimmt nach Proust die Menge des Hordeins ab, indem es in Zucker und Stärke übergeht. Andere Chemiker betrachten Prousts Hordein als ein bloßes Gemeng von Hülsentheilen oder Kleie mit Stärke und Kleber. Es bedarf aber jedenfalls noch wiederholter Untersuchungen, um diesen, offenbar wichtigen und interessanten Gegenstand ins Reine zu bringen.

In der Gerste beträgt die Hülse etwa ¼ bis ⅓ des Ganzen, in Hafer ⅓ und in Weitzen $^1/_{10}$.

Der Hopfen, die weiblichen Blüthen von humulus lupulus. Ives machte zuerst auf eine gelbe, pulverförmige Substanz aufmerksam, welche zwischen den Schuppen der Zapfen sitzt, und ungefähr ¼ vom Gewichte des ganzen Hopfens beträgt, und schrieb allein diesem Pulver die Wirksamkeit des Hopfens zu. Man kann diese Substanz auf die Art isoliren, daß man Hopfen bei einer Temperatur von 30° C. trocknet, ihn dann in einen groben leinenen Sack bringt und heftig schüttelt, wo dann das gelbe Pulver durch die Poren der Leinwand hindurch fällt, und so gesammelt werden kann. Es hat einige Aehnlichkeit mit Herenmehl, semen lycopodii. Von den so gewonnenen 13 Prozent dieses Pulvers sind 4 Prozent fremdartige, von den Schüppchen abgeriebene Theile, 9 Prozent dagegen bestehen in einer eigenthümlichen feinkörnigen Substanz. Diese gibt durch Destillation mit Wasser 2 Prozent ihres Gewichtes, (oder ungefähr ¼ Prozent vom Gewicht des Hopfens,) farbloses, flüchtiges Oel, welchem der Hopfen seinen eigenthümlichen Geruch verdankt. Es ist im Wasser in ziemlicher Menge auflöslich, und scheint Schwefel? insofern es die Silbersalze schwärzt) und essigsaures Ammoniak zu enthalten. Von dem gelben Pulver lösen sich 65 Prozent in Alkohol, und geben so eine Lösung, die, mit Wasser vermischt und destillirt, 52,5 Prozent in Alkohol und Aether lösliches, nicht bitter schmeckendes Harz zurück läßt. In dem, von dem Harze getrennten Wasser befindet sich nun der eigenthümlich bittere Stoff, das Lupulin, in Verbindung mit einer geringen Menge Gerbsäure und Aepfelsäure, von welchen man es auf die Art reinigt, daß man die Säuren mit Kalk neutralisirt, das Ganze zur Trockne eindampft, den Rückstand durch Digestion mit Aether von einem kleinen Rückhalte an Harz befreiet, und nun das Lupulin durch Alkohol auflöst, welcher die Kalksalze zurücklässt. Man erhält so 8,3 bis 12,5 Prozent reines Lupulin. Die Eigenschaften dieses Körpers sind folgende: Er ist eine gelbliche, zuweilen mehr röthliche, geruchlose Masse

Digitized by Google

von sehr bitterem Hopfengeschmack, in Alkohol leicht, in Wasser ziemlich schwer, in Aether unauflöslich.

Außer dem Lupulin, Harz und Oel enthält der Hopfenstaub noch eine wachsartige Materie, Gummi und mehrere Salze in sehr geringer Menge. Kochendes Wasser zieht etwa 20 bis 30 Prozent aus dem Hopfenstaube aus, darunter eine nicht unbeträchtliche Menge Harz.

Die von Ives ausgesprochene Vermuthung, daß die wirksamen Theile des Hopfens allein in den Staube enthalten seinen, ist, wie Payen und Chevallier gezeigt haben, nicht gegründet, vielmehr finden sich dieselben löslichen Substanzen, so namentlich das Lupulin, auch in den vom Staube befreiten Zapfen, wenn gleich in etwas geringerer Menge.

Das gute Verpacken des Hopfens ist eine wesentliche Bedingung zu seiner Konservation; und wahrscheinlich liegt hierin der Grund des so außerordentlich großen Unterschiedes, der zwischen englischem und französischem Hopfen eintritt, wenn er einige Jahre liegt.

Englischer Hopfen hat selbst nach sechsjähriger Aufbewahrung noch großen Werth, und kann wohl als zwei- oder dreijähriger Hopfen verkauft werden, während der französische schon nach drei Jahren seinen Werth großentheils verloren hat, und nach vierjähriger Aufbewahrung nicht mehr verkäuflich ist.

In Frankreich wird er auf die Art verpackt, daß man ihn nur mit den Füßen in den Sack einstampft, wobei denn die Masse in so lockerem, porösen Zustande bleibt, daß die Luft frei in sie eindringen, und durch sie zirkuliren kann, wobei sich das atherische Oel verflüchtigt, und die übrigen Bestandtheile zum Theil oxydiren oder auf andere Art zersetzen. Nach dem englischen Verfahren dagegen wird der Hopfen in starke, an Rahmen aufgehängte Säcke gestampft, und nun mit einer hydraulischen Presse zusammengepreßt. Hiedurch wird das Innere der Masse fast ganz vor dem Zutritt des atmosphärischen Sauerstoffes und vor Feuchtigkeit geschützt, und hält sich in diesem Zustande lange unverändert.

Nach den Untersuchungen von Chevallier und Payen über die englischen, flandrischen, niederländischen und französischen Hopfensorten hatte der Hopfen von Kent die größten Zapfen, und enthielt die größte Menge auflöslicher, nutzbringender Stoffe. Diesem zunächst stand der Hopfen von Alost.

Schöner Hopfen hat eine goldgelbe Farbe, und einen angenehm aromatischen Geruch; die Zapfen sind groß, und geben zwischen den Händen gerieben, ihnen eine gelbliche Farbe und einen sehr kräftigen Geruch, ohne daß sonstige Theile, als Blätter, Stengel, Schalen u. dgl. zum Vorschein kommen.

Alkohol mit gutem Hopfen digerirt, löst 9 bis 12 Prozent gelbe Materie aus ihm auf, die beim Verdunsten des Alkohols zurückbleibt.

Der wohlriechendste und hellste Hopfen wird in Säcken von feinem Leinen verpackt, die man im Englischen pockets nennt und welche $1\frac{1}{2}$ Zentner wiegen. Diese theuerste Sorte wird nur von den Ale-brauern verwandt. Der starkriechende, dunklere Hopfen dagegen kommt in Säcken von ganz grober Leinwand in den Handel. Diese Ballen wiegen gewöhnlich 3 Zentner, und werden zu Porter und anderen Bieren genommen. Nach einem oder zwei Jahren hat der Hopfen einen guten Theil seines Werthes verloren, und wird dann nur noch von den geringeren Porterbrauern angekauft, und „alter Hopfen" genannt.

Der schönste Hopfen wächst in der Nachbarschaft von Canterbury, aber auch der von Worcester hat einen sehr angenehmen milden Geruch, den viele Biertrinker besonders schätzen. Haben sich erst die bitteren und aromatischen Theile verloren, so ist der Hopfen so gut, wie eben so viel Spreu, daher es für die Brauer sehr wichtig sein würde, wenn sich eine genaue und leicht ausführbare chemische Prüfungsart des Hopfens ausmitteln ließe.

Digitized by Google

2. Das Malzen besteht aus drei aufeinander folgenden Operationen, dem Einquellen, dem Keimen, und dem Darren.

Das Einquellen wird in großen hölzernen oder steinernen Behältern vorgenommen, die man erst bis zu einer gewissen Höhe mit reinem Wasser anfüllt, worauf dann eine Portion Gerste hineingegeben und mit Krücken gehörig durchgearbeitet wird; die guten Körner sind schwerer als Wasser, und gehen zu Grunde; schlechte, taube Körner dagegen schwimmen oben auf und müssen abgenommen werden, weil sie auf das Malz, und somit auf das Bier von nachtheiligem Einfluß sind. Die Menge solcher schlechten Körner beträgt selten mehr als 2 Prozent. Man gibt nun wieder Gerste hinzu, bis das Wasser noch etwa 5 Zoll hoch darüber steht, worauf man alles noch einmal gut durchrührt, aufschwimmende Körner beseitigt und nun das Ganze vierzig bis sechzig Stunden lang stehn läßt. Die zum Einquellen nöthige Zeit hängt von dem Alter der Gerste ab; alte Gerste muß länger quellen, als junge; Bigg braucht kürzere Zeit, als gewöhnliche Gerste.

Bei diesem Einquellen entwickelt sich etwas Kohlensäure aus den Körnern, und tritt an das Wasser, welches zugleich aus den Hülsen eine extraktive Substanz auszieht, und dadurch eine bräunlich gelbe Farbe und einen strohartigen Geruch annimmt. Die Körner saugen nun etwa die Hälfte ihres Gewichts Wasser ein, und schwellen um ungefähr $\frac{1}{5}$ ihres Volumens an. Die Hülsen werden durch die Auflösung des Extraktivstoffes um etwa $\frac{1}{4}$ leichter und heller von Farbe.

Außer dem Alter des Getreides, hat auch die Temperatur der Luft Einfluß auf die zum Einquellen nöthige Zeit, die im Sommer kürzer ist, als im Winter. Im Allgemeinen reichen 40 bis 48 Stunden für gesunde trockne Gerste hin.

Der Zweck dieser Operation besteht darin, die Körner in den zum Keimen nöthigen weichen aufgequollenen Zustand zu versetzen, wie dieses auch sonst in der Erde dem Keimen allemal vorhergeht. Zu langes Verweilen im Quellbottig ist nachtheilig, weil es das Keimen stört und den Körnern einen Theil ihrer vegetativen Kraft entzieht. Man erkennt den gehörigen Grad von Quellung daran, daß sich die Körner mit einer Nadel leicht durchstechen lassen, überhaupt an dem Grade von Weichheit, den sie beim Zerdrücken zwischen den Fingern zeigen. Wenn ein Gerstenkorn beim Drücken zwischen Daumen und Zeigefinger heil in seiner Hülse bleibt, so ist es noch nicht hinlänglich eingeweicht, wenn sich aber das Mehl in dickbreiartigem Zustande heraus quetscht, so kann man annehmen, daß es gut ist; drückt sich aber das Mehl in Form eines milchichten Saftes heraus, so hat das Einquellen zu lange gedauert, und die Keimkraft ist somit erloschen.

Bei warmem Wetter wird zuweilen das Wasser vor beendigtem Einquellen sauer, was sich am Geschmack und Geruch leicht erkennen läßt; man muß dann sogleich das Wasser durch den Zapfen am Boden des Quellbottigs ablassen, und frisches aufgeben, selbst zwei bis dreimalige Erneuerung des Wassers bringt keinen Nachtheil, und wird sogar in vielen Brauereien als Regel befolgt. —

Das Keimen.

Findet man die Körner gehörig gequellt, so läßt man das Wasser ab, spült wohl noch einmal mit frischem Wasser nach, um die schleimige Materie, die sich besonders bei warmer Witterung auf die Körner abzusetzen pflegt, zu beseitigen, schaufelt die Gerste aus dem Bottig heraus, und bildet nun auf der mit Fliesen belegten Malztenne viereckige Haufen von 12 bis 16 Zoll Höhe, die so 24 Stunden lang ruhig liegen bleiben. Nach Verlauf dieser Zeit hat das Volumen der Körner sein Maximum erreicht, in welchem Zustande es, wie oben erwähnt, in England von den Steueroffizianten gemessen zu werden pflegt. Die Gerste wird jetzt äußerlich so trocken, daß sie, wenn man die Hand in den Haufen steckt, sie nicht im geringsten befeuchtet; allmählig jedoch erwärmt

Digitized by Google

sie sich wohl bis auf 10° über die Temperatur der Umgebungen, wobei sich zugleich ein eigenthümlicher, angenehmer äpfelartiger Geruch entwickelt. Hält man jetzt wieder die Hand in den Haufen, so bemerkt man nicht nur sehr deutlich die Erwärmung, sondern die Hand wird von der Ausdünstung der warmen Körner stark bethauet. Während diesem sogenannten Schwitzen nimmt die Keimung ihren Anfang; zuerst entwickeln sich die feinen Wurzelfäserchen an dem spitzen Ende des Korns, eine weiße Hervorragung bildet sich aus und zertheilt sich bald in drei oder mehr Würzelchen, die rasch fortwachsen. Etwa 24 Stunden später erscheint an derselben Stelle auch der Blattkeim, wächst unter der Hülse nach dem entgegengesetzten Ende des Kornes zu, und kommt hier, wenn die Keimung nicht früher unterbrochen wird, in Form eines grünen Blättchens zum Vorschein.

Der höchste Wärmegrad des Haufens tritt gewöhnlich 96 Stunden nach Herausnahme der Gerste aus dem Quellbottig ein. In Folge dieser starken Wärme wachsen die Würzelchen mit großer Schnelligkeit fort, während in den mehr an der Oberfläche befindlichen Körnern, der äußeren Abkühlung wegen, die Vegetation nicht so rasch von Statten geht, und man also ein sehr ungleichförmig gebildetes Malz erhalten würde, wenn der Haufen so ungestört liegen bliebe. Die Kunst des Malzers besteht nun darin, durch zeitgemäßes, geschicktes Umschaufeln und Wenden des Haufens das zu rasche Keimen zu hindern, und alle Körner möglichst gleichmäßig zum Keimen zu bringen. Er breitet zu dem Ende die Gerste in dünneren Schichten auf der Tenne aus, und schaufelt sie täglich mehrere Male so um, daß die mittleren Theile nach Außen, die äußeren Theile nach der Mitte kommen. Bei jedem Umschaufeln macht er die Haufen etwas flacher, so daß sie von der anfänglichen Höhe von 15 oder 16 Zoll zuletzt auf 3 oder 4 Zoll herabkommen. Zur Zeit dieses Umarbeitens pflegt in England die Temperatur der Gerste 17° C, in Schottland im Allgemeinen etwa 15° zu sein.

Während dieses Keimungsprozesses wird, wie beim Athmungsprozeß der Thiere und der Vegetation der Pflanzen, Sauerstoff absorbirt und Kohlensäure entwickelt, jedoch in sehr geringer Menge, da die Körner durch das Malzen nur 3 Prozent von ihrem Gewicht verlieren, und ein Theil hievon noch auf Rechnung mechanischer, nicht zu vermeidender Verluste kommt. Die Substanz des Kornes erleidet hiebei eine sehr bedeutende Aenderung; Kleber und Schleim verschwinden zum Theil, die Farbe wird lichter und das Ganze nimmt eine mehr spröde Beschaffenheit an, so daß es sich zwischen den Fingern zu Mehl zerdrücken läßt, und besitzt einen angenehm süßen Geschmack. Das Wachsen des Kornes muß jedoch unterbrochen werden, wenn die Aenderungen in der Substanz desselben, die man eben beim Malzen bezweckt, eingetreten sind, ohne daß darum ein zu großer Theil der löslichen Stoffe auf die Bildung der Keime verwandt und dadurch für das Bier verloren gegangen ist. Der günstigste Punkt zur Unterbrechung des Malzens ist, wenn der Blattkeim (die plumula), der, wie gesagt, unter der Hülse nach dem anderen Ende des Kornes hinwächst, gerade im Begriff ist, hier hervorzubrechen und wenn die Länge der Wurzel die Länge des Kornes um die Hälfte übertrifft. In England beträgt die zum Keimen erforderliche Gesammtzeit etwa 14 Tage, in Schottland aber, wo die Temperatur der Malzhaufen weniger hoch steigt, wohl 18 bis 21 Tage. Je kürzer die Zeit, um so besser für den Malzer, theils, weil ihm die Zinsen des Kapitals während dieser Zeit verloren gehn, theils auch, weil das Malz etwas besser ausfällt. Bigg keimt schneller als gewöhnliche Gerste und muß daher mit um so größerer Aufmerksamkeit behandelt werden. Bei sehr trockner Witterung kann es nöthig werden, die Haufen mit Wasser zu besprengen, um das Austrocknen und die damit verbundene Unterbrechung des Keimens zu verhüten.

Mitunter entwickelt sich ein widerlicher Geruch, wie von faulenden

Digitized by Google

Aepfeln. Dieß ist allemal ein übles Zeichen, und rührt entweder von schlechter Beschaffenheit der Gerste oder auch daher, daß die Leute beim Umschaufeln unvorsichtig zu Werke gegangen sind und eine Menge Körner zerstoßen, also getödtet haben, die nun in Fäulniß übergehn. Bei der weichen Beschaffenheit der Körner ist es übrigens kaum möglich, zu verhindern, daß nicht beim Umschaufeln manche zerstoßen werden, daher es denn auch bei warmem Wetter besser ist, die zu rasche Keimung dadurch zu verhüten, daß man recht niedrige Haufen macht, als durch häufiges Umschaufeln.

Vergleicht man den Fortgang der Keimung bei verschiedenen Sorten Gerste, so ergibt sich, daß bei den besseren der Blattkeim schneller im Wachsthume fortschreitet, als die Wurzeln, wodurch eine größere Zuckerbildung veranlaßt wird.

Die Umwandlung der Stärke in Zucker nämlich nimmt an der Stelle, wo die Keime hervorbrechen, ihren Anfang, und schreitet in demselben Maße, wie die plumula unter der Hülse fortwächst, in dem Korne fort, und ist also dann beendigt, wenn die Plumula von dem Keimungspunkte bis nach dem entgegengesetzten Ende des Kornes unter der Hülse fortgewachsen ist. Bevor dieß der Fall ist, findet man den einen, dem Keimungspunkte zugewandten Theil des Kornes süß, den anderen Theil dagegen noch in seinem ursprünglichen unveränderten Zustande. Läßt man das Korn nun noch fortwachsen, so wird die plumula deutlich grün, treibt weiter fort, der Inhalt des Kornes nimmt eine breiartige milchige Beschaffenheit an, Stärkemehl und Zucker verschwinden immer mehr, und die Hülse bleibt endlich leer zurück.

In Frankreich, wo die Bierbrauer ihr Malz selbst zu machen pflegen, lassen sie es selten länger als 8 bis 10 Tage lang keimen. Wenn man aber auch die etwas höhere Temperatur in Frankreich berücksichtigt, so sind doch 10 Tage jedenfalls eine zu kurze Zeit, daher man in Frankreich auch aus derselben Gewichtsmenge Malz ein weit schwächeres Bier, als in England erzielt.

Nach beendigter Keimung sind die Würzelchen etwa um die Hälfte länger, als die Körner, dabei vielfach gekrümmt, so daß das Ganze eine fast filzartig zusammenhängende Masse bildet.

Am besten gelingt das Malzen bei einer mäßigen Lufttemperatur, also eben so wenig im heißen Sommer, als im Winter; die Malztenne muß wo möglich in einem massiven Gebäude mit dicken Mauern sich befinden, vor der Sonne geschützt sein, und am besten eine mittlere Temperatur von 15 bis 16° C haben. Manche halten es für vortheilhaft, sie in einem wenig vertieften, mehr kellerartigen Raume anzulegen, der jedoch trocken sein muß.

Während der Keimung erleidet die Substanz der Körner eine sehr wesentliche Aenderung; der Klebergehalt ist größtentheils verschwunden, ein Theil der Stärke ist in Zucker verwandelt, besonders wichtig aber ist die Erscheinung einer neuen, in der ungemalzten Gerste nicht enthaltenen Substanz, der Diastase. Dieser, von Payen und Persoz entdeckte Körper scheint sich bei der Keimung aus dem Kleber zu erzeugen, und besitzt die merkwürdige Eigenschaft, mit Stärkemehlkleister bei etwa 70° C zusammengebracht, diesen fast augenblicklich ganz dünnflüssig zu machen, wobei die Stärke eine eigenthümliche Modifikation erleidet und in eine Substanz übergeht, die in ihren Eigenschaften zwischen Stärke und Gummi ziemlich in der Mitte steht, und Dextrin genannt ist, und welche durch fortgesetzte Einwirkung der Diastase endlich in Zucker übergeht.

Es ist daher sehr wahrscheinlich, daß auch die Zuckerbildung in dem keimenden Korne der Wechselwirkung zwischen der gleichzeitig entstehenden Diastase und dem Stärkemehl zugeschrieben werden muß.

Bei der künstlichen Keimung auf der Tenne wird jedoch nur ein Theil, ungefähr die Hälfte, der Stärke zersetzt, die Hälfte findet man in noch unverändertem Zustande, sie wird aber später beim Einmaischen des Malzes,

Digitized by Google

wo dieses mit heißem Wasser digerirt wird, durch die Diastase ebenfalls in Zucker und Gummi umgewandelt.

Das Darren. Ist der Keimungsprozeß bis zu dem erwähnten Grade gediehen, und das Malz durch Ausbreiten auf der Tenne soweit abgetrocknet, daß es sich nicht mehr feucht anfühlt, so kommt es auf die Darre, um hier durch künstliche Wärme ganz hart getrocknet zu werden, damit die Keimkraft völlig getödtet wird, und es sich unverändert zu demnächstigem Gebrauche beliebig lange aufbewahren läßt.

Die Darre, die weiter unten naher beschrieben werden soll, ist im Allgemeinen ein runder oder viereckiger Raum, der mit durchlöcherten, gußeisernen Platten bedeckt ist, und durch einen Ofen geheizt wird, so daß nicht nur die Platten, auf denen das Malz in einer dünnen Schicht ausgebreitet liegt, sondern insbesondere auch die Luft erwärmt wird, und, indem sie durch die Löcher und das darüber liegende Malz aufsteigt, alle Feuchtigkeit aus den Körnern fortnimmt.

Soll die Trocknung gut und rasch von Statten gehn, so darf die Malzschicht nicht über 3 bis 4 Zoll dick sein; man breitet es recht gleichmäßig aus, und läßt die Temperatur in der ersten Zeit, bis daß es beinahe trocken ist, nicht über 32 bis 38° C steigen. Während dieser Trocknung wird das Malz zuerst sehr häufig, später in dem Maße, wie es allmählig trockner wird, nur alle drei oder vier Stunden umgestochen. Ist es so ziemlich trocken, so steigert man die Temperatur auf 62 bis 74° und unterhält sie auf diesem Grade, bis daß das Malz die verlangte Farbe zeigt, die je nach der Biersorte, zu der es bestimmt ist, bräunlich gelb oder gelbbraun sein kann, worauf man dann das Feuer ausgehen und das Malz auf der Darre völlig abkühlen läßt; oder es auch noch heiß von der Darre nimmt, und es in einem nebenliegenden Raum zum Abkühlen auf dem Fußboden ausbreitet. Das fertige Malz muß auf einem trocknen Boden aufbewahrt, und von Zeit zu Zeit gewendet werden.

Man darf das Darren ja nicht übereilen, und etwa, um schneller fertig zu werden, gleich anfänglich starke Hitze geben, oder auch eine dunklere Farbe durch stärkere Hitze hervorzubringen suchen. Viele Brauer verwenden zwei Tage zum Darren.

Man theilt das Malz nach der Farbe in drei Sorten ein, in weißes, gelbes und braunes. Die erste erhält man, wenn es nicht über 32 bis 38° erwärmt wird, die zweite Sorte von bernsteingelber Farbe, wenn die Hitze auf 50° gestiegen ist, und braunes endlich wird auf die oben beschriebene Art gewonnen. Die Porterbrauer machen ein ganz dunkelbraunes, fast schwarzes Malz, womit sie den Porter dunkel färben; dieses ist bei noch höherer Hitze gedarrt, und theilweise schon verkohlt.

Die Temperatur muß beim Darren sehr allmählig steigen, und nachher sehr gleichmäßig erhalten werden; ist die Hitze gleich anfänglich zu groß, so trocknen die Hülsen hart aus und hindern die Verdünstung des Wassers aus dem Inneren; und versucht man, durch Anwendung stärkerer Hitze auch das Innere der Körner zur Trocknung zu bringen, so reißen die Hülsen auf, und das Mehl nimmt eine hornartige Härte an, in Folge deren es beim nachherigen Einmaischen sich nur langsam und unvollständig extrahirt. Es ist daher besser, dunkleres Malz durch anhaltende mäßige Hitze, als durch eine kurze aber starke Erhitzung zu machen. Bei sehr starker Hitze, wo eine förmliche Röstung eintritt, nimmt das Malz, und das daraus darzustellende Extrakt einen bitteren Geschmack an.

Während dem Darren trocknen die Wurzel- und Blattkeime so aus, daß sie ganz spröde werden und abfallen, und sich also durch ein etwas engmaschiges Sieb von den Malzkörnern absondern lassen.

100 Pfund gute Gerste geben durchschnittlich 80 Pfund gesiebtes Darrmalz. Da eine gleiche Menge Gerste, wenn man sie, ungemalzt bei derselben Wärme trocknet, wie das Malz, 12 Prozent verliert, so folgt, daß durch den Malzprozeß nur 8 Prozent von der Substanz der Körner verloren gehen; dieser Verlust besteht aus:

Digitized by Google

1½ Prozent, die sich in dem Quellwasser lösen,
3 „ die sich auf der Darre verflüchtigen,
3 „ abgesiebte Keime,
½ „ zufälliger Verlust.

Das Volumen von gutem Malz übertrifft das der rohen Gerste in dem Verhältniß von 108 : 100.

Der Zweck des Darrens besteht nicht allein darin, die gekeimten Körner zu tödten und auszutrocknen, sondern auch, einen Theil der in ihnen enthaltenen Stärke durch Einwirkung der Diastase in Zucker umzuwandeln. Daß in der That noch während dem Darren Zucker gebildet wird, läßt sich sehr leicht auf die Art beweisen, daß man von einer und derselben Portion gekeimter Gerste einen Theil in trockner Luft ohne Erwärmung, einen anderen aber auf der Darre trocknet. Der letztere liefert dann mehr zuckerhaltiges Extrakt, als der erstere. Dazu kommt, daß das Darrmalz einen eigenthümlichen, angenehmen, schwach brenzlichen Geschmack hat, der wahrscheinlich von einer geringen Menge empyreumatischen Oels herrührt, das sich in den Hülsen erzeugt, und nicht nur den Wohlgeschmack des Biers erhöht, sondern auch zu seiner Haltbarkeit beiträgt. Die geschickte Leitung des Malzprozesses hat daher einen sehr großen Einfluß sowohl auf die Quantität, als besonders auf die Qualität der Bierwürze. Ist die Keimung zu weit fortgeschritten, so geht ein Theil der extraktiven Materien verloren; würde sie zu früh unterbrochen, so ist das Malz zu roh, und es bleibt beim Einmaischen zuviel Stärke in unaufgelöstem Zustande zurück; ist es zu stark gedarrt, so hat der Zucker einen etwas brenzlichen, bitteren Geschmack angenommen; ist das Schwitzen unvollständig und ungleichförmig von Statten gegangen, so kommt ein Theil der Gerste dem Biere so gut wie nicht zu Nutze.

Gutes Malz muß folgende Eigenschaften zeigen: Das Korn ist rund und voll, zerbricht leicht zwischen den Zähnen, hat einen süßen Geschmack, einen angenehmen Geruch, und ist mit einem zarten Mehl ganz gefüllt. Es entwickelt keinen widerlichen Geruch, wenn man es zerkauet, ist wenig hart, sondern bewirkt, wenn es auf einem eichenen Brett gegen die Faser des Holzes gerieben wird, einen Strich, wie Kreide und schwimmt auf Wasser, während ungemalzte Gerste darin untersinkt. Da die Beschaffenheit des Malzes sehr wesentlich von der der rohen Gerste abhängt, so sollte man immer nur Gerste von demselben Felde, oder doch wenigstens von gleichem Alter und möglichst ähnlicher Beschaffenheit zugleich in Arbeit nehmen.

Neue Gerste keimt schneller, als alte, mehr eingetrocknete. Würde man also neue und alte Gerste zusammennehmen, so wäre es total unmöglich, sämmtliche Körner gleichzeitig zum Keimen zu bringen, und ein richtig beschaffenes Malz zu erhalten.

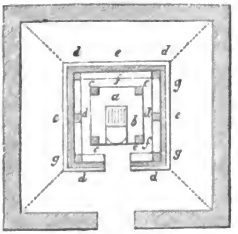
Fig. 136, 137, 138, 139 zeigen die Einrichtung einer guten Darre; Fig. 136 im Grundriß, Fig. 137 im vertikalen Durchschnitt, Fig. 138 im horizontalen Durchschnitt in der Höhe der Darrplatten, Fig. 139 im Durchschnitt des Schornsteins.

Gleiche Buchstaben bezeichnen in allen Figuren dieselben Theile.

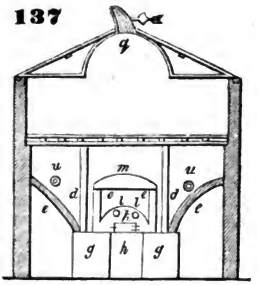
In der Mitte des unteren Raumes steht der gußeiserne Ofen auf einem 4 Fuß hohen Mauerwerk, und ist mit zwei gekrümmten Rauchröhren versehen, die in den Schornstein ausmünden. In einiger Entfernung von dem Ofen stehen vier Pfeiler, die einen flachen Stein tragen, welcher eine Art von Dach über dem Ofen bildet. a ist der Rost, b der niedrige kuppelförmig gewölbte Ofen, h der Aschenfall, k die Heizthür, l l und r r die Rauchröhren, die bei s s s in den Schornstein gehn. c c c c sind die vier neunzölligen gemauerten Pfeiler, auf denen der flache oben etwas gewölbte Stein m ruht, d d d d d gleichfalls neunzöllige gemauerte Pfeiler, welche die eisernen Balken n n tragen, auf welchen die Stangen o o o aufliegen, die wieder der durchlöcherten Darrplatte zur Unterlage dienen. g g die Mauern, auf welchen der Ofen aufsteht,

Digitized by Google

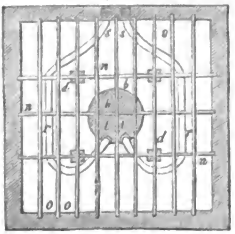
136



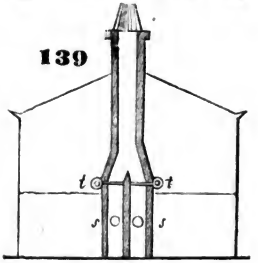
137



138



139



e e Gewölbe, die an allen vier Seiten des Ofens von dem Mauerwerk g nach der Außenwand des Darr-Raumes gespannt sind. u u (Fig. 137) sind die Querschnitte der Rauchröhren. Fig. 100 stellt den Schornstein dar, der unten zwei Abtheilungen enthält, in deren jede eine der Rauchröhren einmündet, und die mit den Registern t, t verschlossen werden können.

Der über dem Ofen angebrachte Stein m hat einen doppelten Zweck; einmal dient er dazu, die von dem Ofen aufsteigende Wärme mehr nach allen Seiten hin zu verbreiten, und zweitens, zu verhindern, daß keine Wurzeln und Staubtheile von dem Malz auf den heißen Ofen fallen. q endlich ist ein Rohr in der Mitte des Daches, und dient zum Abzuge der feuchten Luft. Der Ofen kann mit Steinkohlen oder Holz geheizt werden.

Die Größe dieser Darre ist auf 20 Fuß im Quadrat bestimmt, doch kann sie nach Erforderniß größer und kleiner gemacht werden; jedenfalls muß sie so groß sein, daß sie das von einer Einquellung herrührende Malz fassen kann.

Außer der eben beschriebenen Darre hat man noch eine Menge anderer Einrichtungen, so z. B. Dampfdarren, wo die Luft, statt durch einen Ofen, durch ein System von Röhren geheizt wird, durch welche Wasserdampf strömt und die im Zickzack nahe unter der Darrplatte fortlaufen. Statt einer gußeisernen durchlöcherten Platte werden häufig Drahtdarren angewandt, die aus sehr nahe zusammenliegenden parallelen dicken Eisendrähten bestehen, welche auf eisernen Querstangen durch Umwinden von dünnem Eisendraht befestigt sind.

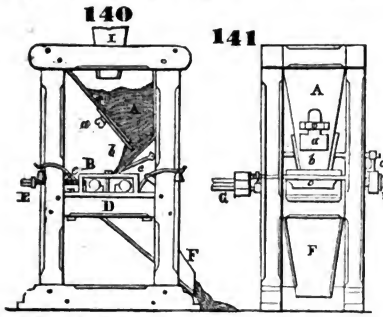
Besonders für Ale-brauer, die weißes Malz verarbeiten, sind Dampfdarren sehr zweckmäßig, weil durch sie eine Ueberhitzung der Luft nicht leicht möglich ist.

Das gedarrte Malz muß nun zerkleinert werden, da die heilen Körner

Digitized by Google

sich nicht wohl würden extrahiren lassen; doch darf die Zerkleinerung auch nicht zu weit getrieben werden, indem sonst eine trübe Infusion entsteht. Die Zerkleinerung, das Schroten, geschieht entweder in einer gewöhnlichen Mühle zwischen Steinen, oder häufiger, wenigstens in London, zwischen eisernen Walzen.

Fig. 140 und 141 stellen eine Schrotmühle mit Walzen dar. I ist der hölzerne Trichter, durch den das Malz in den Rumpf A gegeben wird, der es allmählig zwischen die Walzen B D schüttelt. Diese sind von Eisen, genau cylindrisch abgedreht, und liegen mit ihren Zapfen in Lagern von hartem Messing, die auf Querriegeln des Gerüstes, wie Fig. 140 zeigt, befestigt sind. Die Schraube E wirkt auf die Lager der einen Walze und dient dazu, diese gegen die andere Walze fest anzudrücken. G ist eine viereckige Verlängerung eines der Zapfen, und wird entweder mit einer Kurbel versehen, wenn die Mühle durch menschliche Kraft getrieben werden soll, oder auch mit einer Dampfmaschine, einem Pferdegöpel, u. dgl. verbunden. Die zweite Walze erhält ihre Drehung durch zwei gleich große gezahnte Räder, die an den Walzen sitzen und in einander eingreifen. Die schüttelnde Bewegung des Rumpfes wird durch einen Winkelhebel hervorgebracht, dessen einer Arm d in ein Zacken-Rad H eingreift, welches an einer der Walzen sitzt, während der andere Arm c sich gegen den Schuh des Rumpfes lehnt, und ihm so die, durch das Rad bewirkte hin und hergehende Bewegung mittheilt. Der Ausfluß des Malzes aus dem Rumpf läßt sich dabei durch den Schieber a reguliren. e sind eiserne Abstreichmesser, die durch Gewichte mit ihren Schneiden an die Walzen angedrückt werden, und diese beständig rein halten.



Eine andere Art Schrotmühle besteht in einem mit schräglaufenden Furchen versehenem eisernen Kegel, der in einer innerlich gefurchten Hülse sich dreht, ganz wie eine Kaffeemühle im Großen. (M. s. noch Fig. 142, wo bei a a die Schrotmühlen sind.)

3. Die Bereitung der Würze.

Diese zerfällt wieder in 2 Operationen, das Einmaischen und das Würzekochen.

a. Das Einmaischen. Diese wichtige Operation hat den Zweck, aus dem geschrotenen Malz eine süße, zuckerhaltende Infusion zu bereiten. Daß das Malz zu diesem Ende nur gröblich zerkleinert, keineswegs aber etwa zu Mehl gemahlen sein darf, ist schon oben erwähnt; denn nicht nur wird die Infusion in diesem Falle leicht trübe, sondern das Malzmehl klebt zu größeren und kleineren Klümpchen zusammen, die sich nachher schwer wieder zertheilen. Bei zerquetschtem oder zerdrücktem Malz, wie dieß durch die Walzmühle erhalten wird, sind die Hülsen wenig beschädigt, und bewirken so eine gewiße Lockerheit und Porosität der ganzen Masse, die das Eindringen des Wassers, mithin die vollständige Extraktion des Malzes sehr begünstigt.

Das Malzschrot nimmt einen größeren Raum ein, als das Malz vor dem Schroten, in dem Verhältniß von ungefähr 4 : 5.

Bevor man es in den Maischbottig bringt, läßt man es gern an einem kühlen Orte einige Tage liegen, damit es Feuchtigkeit aus der Luft anzieht, wozu es sehr geneigt ist; die durch das Darren in einen

Digitized by Google

verhärteten Zustand übergegangene Substanz des Malzes wird dadurch weicher und lockerer, und dem Wasser zugänglicher.

Der Zweck des Einmaischens besteht nicht allein darin, die in dem Malze bereits vorhandenen Zucker- und Gummitheile aufzulösen, sondern auch die noch vorhandene, bei der Keimung unverändert gebliebene Stärke in Zucker und Gummi umzuwandeln, wobei die Diastase, deren schon oben Erwähnung geschehen ist, die Hauptrolle spielt.

Die Untersuchungen von Payen und Persoz haben gezeigt, daß eine, durch Malzzusatz bereitete, Stärkelösung durch anhaltende Digestion, je nach der hiebei Statt findenden Temperatur entweder in Zucker oder in unveränderliches Gummi übergehen kann. Man nehme 6 bis 10 Theile fein gemahlenes Gerstenmalz und 100 Theile Stärke; bringe ferner 400 Theile Wasser in einen Kessel, und erwärme es auf 27° C, rühre nun das Malz ein, und erhöhe die Temperatur bis auf 60°, gebe nun die Stärke hinzu und rühre Alles gut durch. Hierauf erhitze man die Flüssigkeit auf 70° und suche sie so genau wie möglich in dieser Temperatur, oder doch zwischen 70 und 75° zu erhalten. Nach 20 bis 30 Minuten wird die anfänglich milchige und kleistrige Masse dünner, und bald darauf fast so dünnflüssig wie Wasser. In diesem Augenblick ist nun die Stärke in den Zustand des sogenannten Dextrins übergegangen.

(Der Name „Dextrin" ist von der Eigenschaft dieser Substanz hergenommen, bei der Zirkumpolarisation die Polarisationsebene der Lichtstrahlen rechts zu drehen, während gewöhnliches Gummi sie links wendet.) Wenn man diese nur wenig schleimige Dextrin-Lösung bei gelinder Wärme zur Trockne eindampft, so bekommt man eine Masse, die für viele Zwecke statt Gummi dienen kann. Damit jedoch während der Abdampfung die in der Flüssigkeit noch enthaltene Diastase nicht weiter zersetzend auf das Dextrin einwirke, ist es nöthig, vor der Abdampfung die Flüssigkeit eine Zeit lang kochen zu lassen, wodurch die Diastase gleichsam getödtet, unwirksam gemacht wird.

Ist es dagegen die Absicht, die Stärke in Zucker umzuändern, wie dieß bei der Bierbrauerei der Fall ist, so unterhält man die Temperatur von 70 bis 75° drei bis vier Stunden lang, wo dann der größte Theil des Dextrins in Zucker übergegangen ist, und man durch Eindampfen einen sehr angenehm süß schmeckenden Syrup erhält.

Die Ursache dieser Dextrin- und Zuckerbildung liegt in der Einwirkung der von Payen und Persoz entdeckten und von ihnen sogenannten Diastase, die, wie schon oben erwähnt, ein Produkt des Keimungsprozesses ist, und wahrscheinlich aus dem Kleber entsteht. Man kann diesen Stoff auf die Art in reinem Zustande darstellen, daß man Malzmehl mit kaltem Wasser zu einem dicken Brei anmacht, diesen einige Minuten stehen läßt, und dann stark auspreßt. Die so erhaltene klebrige Lösung wird filtrirt und im Wasserbad auf 70° erwärmt, wodurch der größte Theil des in der Lösung enthaltenen Pflanzeneiweißes koagulirt und durch abermaliges Filtriren beseitigt wird. Diese Flüssigkeit versetzt man nun mit Alkohol, der die Diastase in Form eines flockigen Niederschlags ausscheidet, den man auf einen Filtrum sammelt, und mit Alkohol aussüßt. Die so erhaltene Diastase ist jedoch noch nicht rein, sondern enthält noch etwas Pflanzeneiweiß und muß wieder in Wasser gelöst, und derselben Reinigungsprozedur noch einmal unterworfen werden.

Sie erscheint, bei mäßiger Wärme getrocknet, in Form einer weißen festen, geruch- und geschmacklosen Masse, die sich im Wasser leicht und auch in schwachem Spiritus, in Alkohol jedoch nicht löst. Eine Auflösung von Diastase, sich selbst überlassen, zersetzt sich, und wird, besonders bei einer Wärme von 75°, bald sauer.

Das Vermögen der Diastase, Stärke in Dextrin und Zucker umzuwandeln ist so auffallend stark, daß 1 Gewichtstheil derselben auf 2000 Gewichtstheile Stärke hinreicht. Je größer jedoch die Menge der Dia-

Digitized by Google

staſe, um ſo raſcher geht der Prozeß von Statten. Durch Kochen wird die Diaſtaſe unwirkſam.

100 Theile gutes Malz ſollen etwa 1 Theil Diaſtaſe enthalten.

Nach dieſen Erörterungen iſt es nun leicht, die Theorie des Einmaiſchens zu verſtehen, und die Temperatur zu beſtimmen, bei welcher man die Maiſche zu erhalten ſuchen muß; alſo eine Temperatur von 70 bis 75° C. Man iſt durch vielfältige Beobachtungen zu dem Reſultate gekommen, daß das beſte und geſundeſte Malzextrakt zuvörderſt dadurch erzielt wird, daß man das Einmaiſchen bei 70° anfängt, und die Wärme allmählig bis zu 75° ſteigen läßt; und zweitens dadurch, daß man das Malz nicht gleich anfänglich mit der ganzen, zum Einmaiſchen beſtimmten Menge Waſſer anrührt, ſondern es mit mehreren, gewöhnlich drei, einzelnen Portionen heißen Waſſers nach einander extrahirt.

Der erſte Antheil Waſſer hat hiebei nur den Zweck, das zerquetſchte Malz gleichmäßig zu durchfeuchten, und erſt bei fernerem Zuſatz von heißem Waſſer ſteigt die Temperatur ſo hoch, daß der Zuckerbildungsprozeß beginnen kann. Dieſer allmählige Zuſatz des Waſſers hat noch das Gute, daß ſich die Stärke dabei nicht in zähe Klümpchen zuſammen begeben kann, und daß das Extrakt nachher ſehr leicht und faſt ganz klar von den zurückbleibenden Hülſen abfließt.

Je dicker, oder je weniger verdünnt das Malzextrakt, um ſo leichter klärt ſich die Würze beim Kochen durch das Koaguliren des Eiweißſtoffes.

Aus dieſen Umſtänden ergibt ſich nun im Allgemeinen, wie man beim Einmaiſchen zweckmäßig zu Werke geht, wenn auch allerdings die verſchiedenen Malzſorten kleine Modifikationen des Verfahrens bedingen.

Helles, ſchwach gedarrtes Malz erfordert beim Einmaiſchen eine etwas weniger hohe Temperatur, und ein langſameres, allmähligeres Zuſetzen des Waſſers, als ſtark gedarrtes. Je zuckerhaltiger das Malz, um ſo raſcher geht die fernere Zuckerbildung vor ſich. Was ſo eben hinſichtlich des hellen Malzes bemerkt wurde, gilt in noch höherem Grade für Miſchungen von rohem, ungemalzten Getreide mit Malz; die freilich weniger in der Bierbrauerei, als vielmehr in der Branntweinbrennerei zur Anwendung kommen, und ganz beſondere Sorgfalt beim Einmaiſchen erfordern.

Der Maiſchbottig iſt ein großer runder hölzerner Kübel mit doppeltem Boden. Der obere etwa 2 bis 3 Zoll von dem unteren abſtehende Boden iſt vielfach mit kleinen Löchern durchbohrt, oder beſſer durchbrannt, weil gebohrte Löcher ſich beim Naßwerden und Quellen des Holzes leicht wieder zuziehen. Man gibt dieſen Löchern eine koniſche Geſtalt, ſo daß ſie unten, wo ſie weiter ſind, etwa ¾, oben dagegen nur ¼ Zoll im Durchmeſſer haben.

In den Zwiſchenraum der beiden Böden münden zwei Hähne, der eine zum Einlaſſen des Waſſers, der andere zum Ablaſſen der Würze beſtimmt. Der falſche Boden muß an die inneren Wandungen des Maiſchbottigs genau anpaſſen, ſo daß kein Schrot an der Seite hindurchfallen kann. In kleineren Brauereien wird das Einmaiſchen durch Umrühren der Maſſe aus der Hand mittelſt Krücken bewerkſtelligt; in größeren dagegen hat man einen eigenen Rührapparat, von welchem weiter unten die Rede ſein wird.

Die Größe des Maiſchbottigs anlangend, ſo rechnet man im Allgemeinen, daß er wenigſtens um ⅓ größer ſein muß, als der Braukeſſel. Dieſer letztere aber muß jedenfalls ſo groß ſein, daß er die ganze, durch das Einmaiſchen einer gegebenen Menge Schrot erhaltene Würze aufzunehmen vermag, die freilich nach der Stärke des zu brauenden Bieres verſchieden iſt. Auf 1 Scheffel Malz, rechnet man 106 bis 120 Quart, oder etwa 4 bis 4¼ Kubik-Fuß Keſſelraum, alſo 5⅓ bis 6 Kubik-Fuß Maiſchbottigraum. Bei der Berechnung der Menge von Waſſer, die zu einer beſtimmten Menge Bier erfordert wird, muß man berückſichtigen, daß auf jeden Scheffel Malz etwa 24 Quart Flüſſigkeit nach dem Einmaiſchen in den Träbern zurück bleiben, und 30 Quart beim Würzekochen und Kühlen

Digitized by Google

verdunsten, im Ganzen also 54 Quart. Gesetzt man wollte 6000 Quart Bier aus 70 Scheffel Malz bereiten, so würde man, da auf jeden Scheffel 54 Quart abgehen, 9780 Quart Wasser zum Einmaischen verwenden müssen.

Will man nun mit dem Einmaischen beginnen, so gibt man die ganze nöthige Menge Wasser in einen Kessel, und macht das Feuer darunter an. Ist das Wasser bis zu 63° (im Sommer) oder 75° (im Winter) heiß, so läßt man 200 Eimer, zu 12 Quart, in den Maischbottig ab, und rührt die 70 Scheffel Malz allmählig ein, so daß es ganz gleichförmig durchfeuchtet wird, und keine Klumpen unzerdrückt überbleiben. Während man die Masse so etwa eine halbe, bis dreiviertel Stunden durcharbeitet, ist das Wasser im Kessel zum Kochen gekommen. Man zapft davon 166 Eimer auf das Malz, und rührt von Neuem die Masse so lange durch, bis sie eine gleichmäßige, fast flüssige Konsistenz angenommen hat, bedeckt nun den Bottig, um die Flüssigkeit warm zu halten und läßt Alles eine bis anderthalb Stunden ruhig stehen. Die Temperatur der Maische beträgt hiebei etwa 63°. Die Länge der Zeit, die zur gehörigen Umwandlung der Stärke in Zucker erforderlich ist, richtet sich nach der Beschaffenheit des Malzes. Braunes Malz bedarf weniger Zeit, als helles, und in Mischungen von Malz und ungemaltzem Getreide geht, wie schon erwähnt, die Zuckerbildung noch langsamer von Statten. Nach Verlauf dieser Zeit öffnet man den Zapfen und läßt die klare Würze in eine unterstehende Bütte, den Unterstock, ablaufen. Sollte sie trübe fließen, so gibt man sie wieder zurück, bis daß sie klar wird. Diese erste Portion Würze beträgt etwa 225 Eimer. Nunmehr läßt man wieder kochendes Wasser, und zwar 250 Eimer in den Bottig, und rührt wie vorhin gehörig durch, deckt den Bottig zu, und läßt ihn wenigstens eine Stunde ruhig stehn. Die Temperatur beträgt hiebei 75 bis 77° C.

Während dieser Zeit wird die erste Würze in den Braukessel oder vielmehr auf die Pfanne über demselben (die weiter unten näher beschrieben ist) gepumpt und so schnell wie möglich zum Kochen gebracht. Nach dem nöthigen Stehen zieht man auch die zweite Portion Würze von dem Maischbottig ab, und gibt auch sie in die Pfanne, ohne daß jedoch dabei die Flüssigkeit aus dem Kochen kommen darf.

Endlich wird der Rest des kochenden Wassers, nämlich 200 Eimer, auf das Malz gegeben, und nach halbstündigem Stehen abgezogen, und entweder zu der übrigen Würze in den Braukessel gepumpt, oder, bei stärkeren Bieren, aufbewahrt, um beim nächsten Einmaischen statt Wasser zugenommen zu werden.

Die Menge von trockenem Extrakt, die ein Scheffel Malz liefert, und die in die Würze übergeht, beträgt etwa 15¼ Pfd. Die erste Würze ist natürlich die stärkste; die zweite Portion enthält ungefähr halb so viel Extrakt, und die dritte wieder um die Hälfte weniger.

Zur Bestimmung der Konzentration der Würze hat man ein eigenes Aräometer, das Saccharometer, welches die Zahl von Pfunden irgend einer Flüssigkeit angibt, die in ein Faß von 36 Imperial-Gallons Inhalt hineingeht. Ein solches Faß nimmt 360 Pfund reines Wasser auf. Bringt man nun das Saccharometer in eine Würze, so zeigt das Instrument, um wie viel Pfunde die in das Faß gehende Würze mehr wiegt als 360 Pfund. Sinkt also das Saccharometer in einer Würze bis zu der Zahl 10 ein, so würde ein Faß solcher Würze 10 Pfd. mehr wiegen, als ein Faß Wasser. Es ergibt sich hiedurch also auch das spezifische Gewicht der Würze. Gesetzt, das Instrument gäbe die Zahl 36, so wiegt das Faß Würze 360 + 36 = 396 Pfund. Gleiche Raumtheile Wasser und Würze verhalten sich also wie 360:396 oder wie 1: 1,1 welche letztere Zahl das spezifische Gewicht ist.

Nach Ure's Versuchen enthält eine solche Würze 25 Proz. festes Extrakt.

Im Auftrage einer von dem Unterhause ernannten Kommission, die im Juli und August 1830 mit Arbeiten hinsichtlich der Biersteuer beschäftigt war, sind von Ure Untersuchungen über das spezifische Ge-

Digitized by Google

wicht der Würzen, und die bei der Gährung eintretenden Aenderungen desselben angestellt, aus denen hier einige Notizen folgen.

Ure fand, daß ein Kornquarter (= 5,29 Pr. Scheffel) gutes Malz dem Porterbrauer 1 Faß (= 360 imp. Gallons, oder 1428¼ Pr. Quart) Würze von 1,234 spez. Gewicht liefert. Multiplizirt man diese Zahl mit 360, so erhält man die Zahl Pfunde, die ein Faß Würze wiegt, also 444,24 Pfd., mithin 84,24 Pfd. mehr als ein Faß reines Wasser.

Herr Martineau jun., in Geschäften des Hauses Whitbread u. Comp., der auch mit einer anderen großen Londoner Brauerei in Verbindung steht, erklärte, daß durchschnittlich 1 Quarter Malz 1 Faß Würze liefere, die 84° am Saccharometer zeige; was also mit der von Ure gefundenen Zahl fast genau übereinstimmt.

Es muß jedoch erwähnt werden, daß eine so konzentrirte Würze wie die hier erwähnte von 1,234 spez. Gew. nie in einer Brauerei unmittelbar gewonnen wird, sondern daß das spez. Gewicht aus der Menge und der Stärke der verschiedenen sukzessiven Malzaufgüsse durch Rechnung gefunden ist. Angenommen z. B., der erste Aufguß von 1 Quarter Malz hätte 1 Faß Würze von 1,112 spez. Gew. gegeben, der zweite 1 Faß Würze von 1,091, und der dritte ebensoviel Würze von 1,031; so sind dieß zusammen 3 Faß von dem mittleren spez. Gew. = 1,078. Würden aber diese 3 Faß durch Verdampfen eines Theils Wasser auf 1 Faß konzentrirt, so hätte die Flüssigkeit ein spez. Gew. von 1,234. Zwar wird bei dieser Rechnung ein kleiner Fehler begangen, insofern das arithmetische Mittel zwischen den spez. Gewichten mehrerer Flüssigkeiten nicht genau mit dem wahren spez. Gewicht übereinstimmt, das durch Zusammengießen der Flüssigkeiten herauskommt; dieser Fehler ist aber gerade in dem vorliegenden Fall, wo es sich nur um Würzen von geringer Stärke handelt, so unbedeutend, daß er wohl vernachlässigt werden kann, bei sehr konzentrirten Würzen würde er sehr merklich werden, jedenfalls kennen ihn entweder die Bierbrauer nicht, oder nehmen doch keine Notiz davon.

So enthält Würze von 1,231 spez. Gew. genau die Hälfte ihres Gewichts, also 50 Proz. feste extraktive Theile; bei 1,1045 dagegen ein Viertel, oder 25 Proz. Nach der Berechnungsart der Brauer würde das mittlere spez. Gew. zwischen 1,231 und 1, nämlich $\frac{1{,}231 + 1{,}000}{2}$ ein spez. Gew. = 1,1155 ergeben. Dieses aber entspricht einem wahren Extraktgehalt von 27¼ Proz.; so daß also ein Fehler von 2¼ Proz. gemacht wird, der bei einem Faß Würze 9 Pfund beträgt.

Das spez. Gew. des festen Malzextraktes (durch Abwägung in Terpentinöl bestimmt), fand Ure = 1,264, so daß also 10 Pfund desselben einen gleichen Raum einnehmen, wie 7,911 Pfund Wasser. Eine Lösung dieses Extrakts in einer gleichen Gewicht-Menge Wasser mußte nach der Berechnung ein spez. Gew. von 1,1166 haben; zeigt jedoch in Wirklichkeit ein spez. Gewicht von 1,216, so daß also bei der Lösung des Extraktes in Wasser eine bedeutende Verdichtung Statt findet.

Die folgende Tabelle gibt das Verhältniß zwischen dem spez. Gew. von Malzextraktlösungen und ihrem Gehalt an festem Extrakt in 100 Theilen der Lösungen.

Malzextrakt.	Wasser.	Malzextrakt in 100 Theilen der Lösung.	Zucker in 100 Theilen der Lösung.	Spez. Gewicht.
600 +	600	50,00	47,00	1,216
600 +	900	40,00	37,00	1,167
600 +	1200	33,33	31,50	1,135
600 +	1500	28,57	26,75	1,113
600 +	1800	25,00	24,00	1,100

Digitized by Google

Das diesen Bestimmungen zum Grunde gelegte Malzextrakt wurde bei 12°,7 C vorsichtig zur Trockne eingedampft, wobei es nicht die geringste Zersetzung erlitt, und durchaus keinen empyreumatischen Geruch annahm. Die Tabellen von Bate beziehen sich auf Lösungen von reinem Zucker, nicht von Malzextrakt; und sind auch für Zuckerlösungen recht genau, für Malzinfusionen aber nicht brauchbar. Die Tafeln von Allen zeigen allerdings den Gehalt der Malzinfusionen, aber nicht an ganz trocknem, sondern einem bei 80° C dargestellten, noch wasserhaltigen Extrakte; wenigstens behauptet Ure, daß es ihm nie geglückt sei, bei dieser Temperatur ein trocknes Extrakt zu erhalten, sondern daß hiezu eine Trocknung bei höherer Temperatur erforderlich sei. Auch zeigen die Zahlen des Allan'schen Saccharometers sehr deutlich, daß sein Extrakt keineswegs trocken war; so z. B. entspricht nach ihm einem spez. Gewicht von 1,100 ein Prozentgehalt der Würze von 29,669 fester zuckriger Substanz, während sie nach Ure nur 25 Perzent enthält; bei 1,135 spez. Gew. gibt Allan 40, Ure dagegen nur 33½ Prozent an.

Durch das dreimalige, oben beschriebene Einmaischen wird das Malz so erschöpft, daß es kein, zu stärkeren Bieren oder Porter brauchbares, Extrakt mehr liefert; doch würde man ohne Zweifel noch eine zu schwächerem Bier taugliche oder zum Einmaischen von frischem Malz brauchbare Würze daraus erhalten können, was jedoch in den größeren englischen Brauereien selten geschieht, weil alsdann die zum Viehfutter dienenden Träber allzu nahrungslos werden.

Man muß die Würze nach dem Ablassen aus dem Maischbottig so schnell wie möglich in den Kessel, und hier zum Kochen bringen, um durch die sich hiebei entwickelnden Dämpfe die Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs, und das Sauerwerden der Würze zu verhindern; bevor sie zum Sieden kommt, sollte man den Zutritt der Luft durch irgend eine Bedeckung des Kessels vermeiden, was freilich in der Regel nicht geschieht.

Nicht immer gibt man die verschiedenen successiven Malzaufgüsse zusammen, sondern verwendet wohl den ersten zu starkem Bier, den zweiten zu einer Mittelsorte, und den dritten zu Dünnbier; im Allgemeinen ist jedoch dieß Verfahren in England wenig üblich.

Hat man nun die zu einem Brau bestimmte Würze in dem Kessel beisammen, so gibt man den Hopfen zu, und läßt das Ganze anhaltend kochen. Dieses Würzekochen hat einen vierfachen Zweck: 1. dient es zum Konzentriren der Würze in Folge der Verdampfung; 2. bewirkt es eine Klärung der Flüssigkeit, indem das Eiweiß, theils durch die Siedhitze, theils durch die Bestandtheile des Hopfens koagulirt und dabei zugleich auch andere in der Würze aufgeschwemmte, sie trübende Theile in Form eines flockigen Niederschlags abscheidet; 3. werden die löslichen Theile des Hopfens ausgezogen, und 4. endlich geht selbst im Anfange des Kochens noch die Zuckerbildung aus dem in der Würze gelösten Dextrin vor sich, bis bei fortgesetztem Sieden die Diastase ihre Wirkung verliert und sich größtentheils ausscheidet. Die Kochung wird, je nachdem das Bier stärker oder schwächer werden soll, länger oder weniger lange fortgesetzt; im Allgemeinen läßt man ungefähr ⅓ des Wassers verdampfen. Man erkennt den Zeitpunkt, wo die Kochung unterbrochen werden kann, daran, daß sich das Eiweiß in bestimmten größeren Flocken ausgeschieden hat, die sich beim Aufhören des Siedens am Boden des Kessels ansammeln, während die überstehende Flüssigkeit ganz klar wird. In vielen selbst guten englischen Brauereien wird nur 2 bis 3 Stunden lang gekocht, während in Belgien 10 bis 15 Stunden lang damit fortgefahren wird, wobei aber offenbar ein guter Theil des Aroma verloren gehen muß.

Man gibt den Hopfen gewöhnlich in den Kessel, wenn die Würze zu kochen anfängt, doch sind die Ansichten hierüber getheilt. Der Zweck des Hopfen-Zusatzes ist ein mehrfacher; außerdem, daß er dem Biere

Digitized by Google

einen bitteren und eigenthümlich aromatischen Geschmack ertheilt, dient er dazu, die Würze in gewissem Grade vor dem Sauerwerden zu schützen, in welcher Beziehung kein anderer organischer Bitterstoff, wie es scheint, den Hopfen zu ersetzen im Stande ist. Das in ihm enthaltene ätherische Oel ist keineswegs so flüchtig, wie man auf den ersten Blick erwarten möchte, denn wenn Hopfen mit starker Bierwürze gemischt, und selbst mehrere Stunden lang damit gekocht wird, so gibt diese Abkochung, zu schwachem Bier hinzugesetzt, demselben noch einen kräftigen Geruch.

Durch bloßen Aufguß von heißem Wasser oder Bier, ohne Kochung, verliert der Hopfen nur wenig von seinen löslichen Bestandtheilen und nur durch anhaltendes Sieden werden diese gehörig ausgezogen. Der Hopfen enthält, wie oben erwähnt, eine geringe Menge Gerbstoff, der sich beim Würzekochen in Verbindung mit Eiweiß niederschlägt, und demnach auf den Geschmack des Bieres keinen nachtheiligen Einfluß üben kann. Wenn daher in Folge zu hoher Temperatur beim Einmaischen der Eiweißstoff schon hier sich niedergeschlagen hat, und folglich auf den Gerbstoff des Hopfens keinen Einfluß mehr hat, so hilft man diesem Mangel wohl durch Zusatz einer kleinen Menge Gallerte, in Gestalt von Kalbsfüssen oder Hausenblase ab.

Wird der Hopfen länger als 5 bis 6 Stunden mit der Würze gekocht, so verliert er von seinem feinen Geruch; schlechter Hopfen dagegen, von mulstrigem Geruch wird durch länger anhaltendes Kochen insofern verbessert, als sich der widrige Geruch verliert.

Viele Brauer werfen den Hopfen auf die Oberfläche der kochenden Würze und lassen ihn eine Zeit lang darauf schwimmen, in der Absicht, ihn vom Dampf durchdringen und vor dem Einbringen in die Flüssigkeit etwas aufweichen zu lassen, damit sich die löslichen Theile nachher um so vollständiger ausziehen lassen. Es ist zweckmäßiger, den Hopfen in ganzen Klumpen in den Kessel zu bringen, als ihn vorher auseinander zu zerren, wobei leicht ein Theil des Hopfenstaubes verloren geht.

Die Menge von Hopfen, die man einer gegebenen Quantität Würze zusetzt, richtet sich nach der Stärke des Biers, nach dem größeren oder geringeren Grade von Dauerhaftigkeit, den man ihm geben will, und in einzelnen Fällen nach dem Klima des Landes, wohin das Bier etwa versandt werden soll.

Starkes Bier, zumal wenn es recht aromatisch und ausgezeichnet klar werden soll, erfordert 4½ Pfd. Hopfen auf das engl. Quarter, also 27 Loth Hopfen, auf den pr. Scheffel Malz; für das stärkste Ale und Porter gilt in England die Regel 1 Pfd. Hopfen auf 1 Bushel Malz (also 47 Loth auf 1 Scheffel).

Man hat wohl versucht, ein Hopfenextrakt durch Kochen von Hopfen mit Wasser oder Würze in verschlossenen Gefäßen darzustellen, um der Verflüchtigung des ätherischen Oels zuvorzukommen, und dieses Extrakt, statt des rohen Hopfens, dem Biere zuzusetzen; ein Verfahren, das im Großen wohl keinen Vortheil darbieten möchte, da die Gegenwart des Hopfens gerade beim Würzekochen, aus den oben angegebenen Gründen besonders zum Klären der Würze so wesentlich ist. Außerdem würde ein solches Extrakt als Handelsartikel allzuleicht Verfälschungen zulassen.

Das Kühlen der Würze. Nach beendigter Kochung läßt man die Würze durch einen Hahn in den Seihbottig ab, der oben einen durchlöcherten Boden hat, auf welchem der Hopfen liegen bleibt, bringt hierauf die Pumpe in den Bottig, und pumpt die Würze auf die Kühlschiffe, die sich an einem recht luftigen Ort, gewöhnlich oben in der Brauerei, befinden. Solcher Kühlschiffe müssen, wenn zwei verschiedene Sorten Bier aus demselben Brau bereitet werden sollen, oder wenn Dünnbier in Einem Brau gemacht wird, zwei vorhanden sein, von denen das eine über dem andereu angebracht ist. Da es äußerst wichtig ist, die Würze in so kurzer Zeit, wie nur irgend möglich, zu der

Digitized by Google

Temperatur herabzubringen, die sie im Gährbottig behält, so sind schon sehr viele Einrichtungen und Apparate dazu in Vorschlag gebracht. Das gewöhnliche Kühlschiff ist ein viereckiger hölzerner Kasten von 6 Zoll Tiefe und solcher Größe, daß der ganze Brau darin Platz hat, und nur etwa 2 Zoll hoch steht. Zu 500 Eimer Würze würde ein Kühlschiff von etwa 25 Fuß Breite und 52 Fuß Länge erforderlich sein.

Alle Fugen müssen völlig wasserdicht und genau schließen, so daß sich beim Ausleeren der Kühlschiffe daraus keine Flüssigkeit in sie einsetzen kann. Die allergrößte Reinlichkeit ist hier unerläßlich, ja, um jede Spur von Säure zu vertilgen, ist es zweckmäßig, die Kühlschiffe von Zeit zu Zeit mit Kalkwasser auszuwaschen.

So wie die heiße Würze in das Kühlschiff kommt, hat sie, je nach der Wirksamkeit der Pumpe, eine Temperatur von 93 bis 98° und muß sich nun den Umständen nach auf 12 bis 18° abkühlen. Dieß geschieht hauptsächlich durch Verdunstung eines Theiles des in ihr enthaltenen Wassers, und zwar um so rascher, je größer die Oberfläche der Flüssigkeit, je kühler, trockner und unruhiger die umgebende Luft. Ein zweckmäßig angebrachter Ventilator kann dabei allerdings sehr gute Dienste leisten. Jedenfalls muß das Kühlschiff so placirt sein, daß es dem herrschenden Winde möglichst exponirt, und nicht etwa durch benachbarte Gebäude geschützt ist. Die Würze im Kühlschiff zu rühren, oder sonst in Bewegung zu halten, würde zwar ebenfalls zu ihrer Abkühlung beitragen, wird aber mit Recht für nachtheilig gehalten. Sehr wirksam würde es sein, wenn die Bedachungen der Kühlschiffe zum Hinwegnehmen eingerichtet würden, so daß man die Würze bei sternhellen Nächten unter freiem Himmel lassen könnte, wo dann nach den von Wells, in seinem Essay on dew, entwickelten Prinzipien eine sehr rasche Abkühlung erfolgen müßte.

Wenn die Flüssigkeit allein durch Verdunstung sich abkühlen muß, so geht dieß, wenn die Luft sehr feucht ist, selbst bei kühler Witterung nur langsam von Statten, während bei trockner und bewegter Luft, wo die entwickelten Dämpfe schnell fortgeführt werden, eine lebhafte Verdunstung und Kühlung eintritt. Daher denn auch im Frühling und Herbst, wo die Luft im Allgemeinen trocken zu sein pflegt, das Abkühlen der Würze im Kühlschiff besser von Statten geht, als selbst im Winter, wo die Luft zwar kalt, aber auch gewöhnlich feucht ist. Im Sommer kann man mit Erfolg nur bei Nacht kühlen.

Durch diese Verdunstung wird das Volumen der Flüssigkeit beträchtlich vermindert; so z. B. wenn die anfängliche Temperatur der Würze 98° betrüge, und sie hätte sich bis auf 18° abgekühlt, so müßte, wenn man bei der Berechnung auf die Abkühlung durch Wärmestrahlung und Wärmeleitung keine Rücksicht nimmt, die verdampfte Wassermenge ungefähr $\frac{1}{12}$ des Ganzen betragen, die Flüssigkeit mithin um ebensoviel konzentrirt werden.

In gut eingerichteten Kühlschiffen dauert das Kühlen bei günstiger Witterung etwa 6 bis 7, sonst wohl 12 bis 15 Stunden. Je schneller die Kühlung, desto besser das Bier, weil die Würze durch die große, der Luft exponirte Oberfläche begierig Sauerstoff anzieht, und in Essiggährung übergeht, auch wohl stellenweise schimmlig wird, ein Uebelstand, dem besonders schlecht gehopfte Würzen unterliegen.

Außer den gewöhnlichen Kühlschiffen wendet man auch Kühlvorrichtungen an, bei denen man die heiße Würze durch ein, mit kaltem Wasser umgebenes Schlangenrohr laufen läßt. Am besten ist es wohl, die Würze erst auf ein Paar Stunden in das Kühlschiff zu bringen, wo, theils durch Berührung mit dem kalten Holze, theils durch Verdunstung die Temperatur sehr bald auf ungefähr 37° sinkt, und sie nun durch eine mit kaltem Wasser umgebene, fast horizontal liegende, zickzackförmig gebogene Röhre fließen läßt, um sie ganz zu kühlen, denn gerade die letzten Stadien der Kühlung sind es, die in einem gewöhnlichen Kühlschiff äußerst langsam verlaufen. Beschreibungen von künstlicheren Refri-

Digitized by Google

geratoren, die übrigens unter Umständen äußerst vortheilhaft sein können, enthält der Artikel „Abkühlung."

Die Würze setzt beim ruhigen Stehen in dem Kühlschiff einen geringen Niederschlag ab, der zum Theil aus feinen Flöckchen einer koagulirten Verbindung von Eiweiß und Gerbstoff besteht; nach der Kühlung muß sie vollkommen klar erscheinen, widrigenfalls wird auch das Bier nicht klar. Solch' trübes Bier enthält, außer Zucker und Gummi, gewöhnlich eine kleine Menge Stärke mechanisch aufgeschwemmt, die selbst nach der Gährung noch bleibt, das Klären erschwert, und das Bier zum Sauerwerden disponirt. Je höher die Temperatur beim Einmaischen war, je schwächer die Würze gehopft und je weniger sie gekocht wurde, um so mehr Stärke enthält sie, wovon man sich auf die Art überzeugen kann, daß man ihr etwas Jodtinktur zusetzt, wo sich dann durch den Stärkegehalt sogleich eine blaue Färbung einstellt; man sieht also, daß hinsichtlich der Klärung, das Würzekühlen bei ruhigem Stehen im Kühlschiff besser ist, als das, durch rasches Hindurchleiten durch einen Refrigerator.

Ist nun auf eine oder andere Art die Temperatur der Würze hinlänglich heruntergebracht, so kommt sie in den Gährbottig. Hiebei kann man sie sehr gut noch um einige Grade kühlen, wenn man sie durch eine, von einer weiteren Röhre umgebene Leitungsröhre herabfließen läßt und zugleich durch den Zwischenraum beider Rohren einen Strom kalten Wassers in entgegengesetzter Richtung hindurchleitet, wie dieß in dem Artikel „Essigsäure" ausführlicher beschrieben ist. —

4. Die Gährung. Als Behälter für die gährende Flüssigkeit dienen große Bottige, die in den großen Londoner Brauereien an 1200 bis 1500 Faß, also 6360 bis 7950 Kub. Fuß Inhalt haben. Man darf jedoch die Gährbottige keineswegs ganz anfüllen, damit noch hinreichender Raum für die Oberhefe bleibt, die sich bei der Gährung in Form einer schaumigen Masse auf der Oberfläche ansammelt. In zylindrischen Bottigen nimmt die Oberhefe einen bestimmten Theil der Gesammttiefe ein; bei einigen Biersorten, z. B. ¼ von der Höhe der gährenden Flüssigkeit, also ¼ der Tiefe des Bottigs. Große Massen gähren im Allgemeinen gleichförmiger, überhaupt besser, als kleinere, weil sie weniger dem Einfluß des äußeren Temperaturwechsels unterliegen, auf der anderen Seite freilich sind kleinere Gährbottige bequemer zu handhaben, und bieten insofern einen Vorzug vor den größeren dar.

Die allgemeinen Verhältnisse der Gährung sind in dem betreffenden Artikel nachzusehen, doch folgen hier einige Bemerkungen über die Biergährung im Besonderen.

Während der Gährung geht ein Theil des Zuckers der Würze in Alkohol und Kohlensäure über, und die so veränderte Alkohol und Kohlensäure haltende Würze ist eben das Bier. Es ist hiebei nothwendig, daß nur ein Theil, und nicht die ganze Menge des Zuckers zersetzt wird, denn Bier, in welchem kein unzersetzter Zucker mehr vorhanden ist, wird leicht sauer, und der gebildete Alkohol kommt selbst in den Fässern zu einer langsam fortschreitenden Essiggährung. Je stärker das Bier, um so größer ist die verhältnißmäßige Menge des unzersetzt gebliebenen Zuckers, weil, wenn sich erst eine gewisse Menge Alkohol im Verhältniß zu der Menge der Flüssigkeit gebildet hat, dieser den ferneren Fortgang der Gährung unterbricht.

Einen sehr großen Einfluß auf die Gährung übt die Temperatur; der günstigste Wärmegrad der Würze zu Anfang der Gährung ist 13 bis 15° C bei einer Lufttemperatur von gleichfalls 13°. Ist diese letztere jedoch höher oder niedriger, so muß die anfängliche Temperatur der Würze darnach modificirt werden. Im Winter, wo das Gährungslokal kälter ist, kühlt man die Würze nur auf 16 bis 18° ab, weil die Gährung sonst zu langsam und mit Unterbrechungen eintreten, und die Würze sauer werden würde. Im Sommer dagegen steigt die Temperatur des Lokales oft auf 24° und darüber, hier muß die Würze wo möglich auf

Digitized by Google

15° gekühlt werden, was denn freilich an freier Luft im Kühlschiff nicht möglich ist, sondern nur durch Anwendung von Refrigeratoren sich erreichen läßt. Je höher die Temperatur der Würze, um so rascher ist der Eintritt und der ganze Verlauf der Gährung, und um so weniger hat es der Brauer in seiner Gewalt, sie zu reguliren, und angemessen zu leiten; und gerade hierin, also in der Leitung des Gährungsprozesses, daß dieser nämlich nicht zu schnell und zu stürmisch, aber auch nicht zu träge und langsam vor sich geht, muß sich die Kunst des geschickten Brauers bethätigen. In einigen Brauereien hat man Gährbottige mit Röhren, die entweder quer hindurch gehen, oder an den inneren Wänden fortlaufen, durch welche man im Winter warmes, im Sommer kaltes Wasser fließen läßt, um die Temperatur beständig auf dem günstigsten Punkte zu erhalten. Wo diese Einrichtung nicht besteht, hilft man sich wohl dadurch, das man das Lokal im Winter heizt, im Sommer aber nasse Tücher vor die Fenster hängt.

Sobald die Würze in den Gährbottig gelassen ist, wird sie gestellt, d. h. mit einer gewissen Menge Hefe oder Gäst, die man vorher mit einer Portion Würze angemacht und an einem warmen Orte bis zu anfangender Gährung hingestellt hatte, versetzt und damit zusammen gerührt. Man nimmt zum Stellen womöglich Hefe von derselben Biersorte; die erforderliche Menge richtet sich nach der Temperatur, der Stärke und der Menge der Würze. Im Allgemeinen reicht ein Quart Hefe hin, 100 Quart Würze in volle Gährung zu bringen. Zuviel Hefe hat den Nachtheil, daß die Gährung zu heftig wird, und früher, als in dem angemessensten Zeitraum von 6 bis 8 Tagen zu Ende geht. Bei niederer Temperatur, also im Winter, gibt man mehr Hefe als im Sommer, so z. B. würde man bei 10° noch einmal so viel Hefe zusetzen als bei 20°.

Sechs oder acht Stunden nach dem Stellen, während welcher Zeit der Bottig mit seinem Deckel zugedeckt gehalten wird, nimmt die Gährung ihren Anfang; ein weißer milchiger Schaum kommt zuerst in der Mitte zum Vorschein, und breitet sich allmählig über die ganze Oberfläche aus, bleibt aber doch in der Mitte am höchsten und bildet hier eine schaumige Erhöhung, die im Fortgange der Gährung immer höher und höher, und deren Farbe allmählig hellbraun wird, was wahrscheinlich von einer Oxydation der in dem Schaum enthaltenen extraktiven Theile herrührt.

Während dem geht eine beständige Entwickelung von Kohlensäure vor sich, die mit der Menge des in Alkohol übergehenden Zuckers in Verhältniß steht, und eben die Ursache des Schaumes ist.

Die gährende Flüssigkeit wird so, theils durch die Schaumdecke, theils durch das in dem oberen leeren Raume des Bottigs sich ansammelnde kohlensaure Gas vor der Berührung mit dem atmosphärischen Sauerstoff, mithin vor dem Sauerwerden geschützt.

Gleichzeitig erwärmt sich das Ganze sehr merklich und zwar um so stärker, je rascher die Gährung fortschreitet; so daß zur Zeit, wo die Gährung ihren höchsten Punkt erreicht hat, die Temperatur wohl 5 bis 7°, ja mitunter selbst 12° höher ist, als zu Anfang. Gewöhnlich aber läßt man die Gährung in dem Gährbottig nicht bis zu ihrem Höhenpunkte kommen, sondern füllt das Bier, wenn die Gährung gut im Gange ist, auf große Fässer, die aufwärts stehn, und oben mit einer großen Oeffnung, und einer schräg geneigten Rinne versehen sind, durch welche die aus der Oeffnung austretende Hefe in hölzerne Kasten abfließt. Die Gährfässer stehn durch Röhren mit einem Reservefaß in Kommunikation, welches sie durch hydrostatischen Druck beständig so weit angefüllt erhält, daß die Oberhefe abfließt, und die Flüssigkeit rein zurück läßt. In der Fig. 143, deren Beschreibung weiter unten folgt, ist die in Rede stehende Einrichtung zum beständigen Abfließen der Hefe dargestellt.

Die größere oder geringere Schnelligkeit, mit der die Gährung von Statten geht, hat einen sehr bemerklichen Einfluß auf die Qualität des Bieres, besonders auf die Haltbarkeit. Die Würze ist eine schleimige

Digitized by Google

Flüssigkeit, in welcher die Theile der Hefe, die sich während der Gährung ausscheiden, durch eine regelmäßige innere Bewegung sich vollständig theils auf die Oberfläche erheben, theils zu Boden sinken, und die Flüssigkeit in der Mitte klar zurück lassen. Wenn dagegen der Prozeß zu rasch von Statten geht, so vertheilen sich die schleimig hefigen Theile durch die ganze Flüssigkeit und lassen sich nachher auf keine Art vollständig abscheiden. Außerdem bleibt ein Theil des Ferments in der Flüssigkeit gelöst, wodurch das Bier nicht nur einen unangenehmen Nebengeschmack erhält, und trübe bleibt, sondern auch leicht, und bei den unbedeutendsten Veranlassungen verdirbt. Je langsamer, regelmäßiger, und ununterbrochener die Gährung, um so besser das Produkt.

Eine Würze von 30° des Saccharometers (von 1,088 spez. Gew.) muß sich beim Gähren um 8° erwärmen, so daß, wenn die Temperatur auf 26° steigen soll, sie bei 18° gestellt werden muß. Zu einem solchen Ale nimmt man 2 bis 3 Pfd. Hefe aufs engl. Faß, (von 360 Pfd.) also 0,55 bis 0,83 Prozent.

Bemerkt man während der Gährung eine Abnahme der Wärme, so hilft man wohl dadurch nach, daß man eine frische Portion Hefe zugibt und einrührt, was aber im Allgemeinen nicht rathsam ist, da jedes Aufrühren der Würze im Gährbottig dem Bier einen unangenehmen Geschmack nach Hefe mittheilt.

Einige Brauer pflegen, wenn die Gährung ihren höchsten Punkt erreicht hat, und das Bier zum Ausgähren auf die Fässer gebracht wird, ungefähr 7 Pfd. Weitzen- oder Bohnenmehl auf je 25 bis 30 engl. Faß Bier zuzusetzen, um durch beschleunigte Entwicklung der Kohlensäure die Abscheidung der Hefe zu befördern. Das Mehl muß zu dem Ende in einem Eimer mit etwas Bier angerührt werden, bis alle Klümpchen zertheilt sind, worauf es dann zu dem übrigen Biere gegeben wird.

Beim Brauen von altem Ale, das sich sehr lange halten muß, darf die Wärme bei der Gährung nicht über 24° C steigen, wobei denn freilich die zur Beendigung derselben nöthige Zeit länger dauert.

Beim Porterbrauen setzt man der Würze, wenn der Porter zu langer Lagerung bestimmt ist, 4 bis 4½ Pfund Hopfen per engl. Faß zu, während der milde Porter (mild or mixing porter) nur 3 bis 3½ Pfd. bekommt. Man läßt die Gährung bei 15½° anfangen und bis auf 21° steigen. Sobald man bemerkt, daß die Temperatur im Gährbottig zu hoch steigt, so füllt man ihn auf die Gährfässer; im übrigen erkennt man den richtigen Zeitpunkt zu diesem Ueberfüllen auch an der Abnahme des spez. Gewichts. Hatte die Würze eine Stärke von 20 Pfd. per Faß (siehe oben), und ist diese durch die Gährung in Folge der Alkoholbildung aus dem Zucker auf 10 Pfd. per Faß herabgekommen, so muß man zum Ueberfüllen schreiten. Man muß bei der Gährung des Porters dahin trachten, so viel Zucker, wie nur möglich, in Alkohol umzuwandeln, um den zu süßen Geschmack zu beseitigen, und zu dem Ende nöthigenfalls noch Hefe zugeben. Porter verträgt mehr Hefe, als irgend ein anderes Bier von gleicher Stärke; er bekommt 3 bis 4 Pfd. auf das engl. Faß, und wird, so lange er im Gährbottig ist, bei Tage alle 2 Stunden aufgerührt.

In solchen Brauereien, die die Methode des Ueberfüllens aus dem Gährbottig in Gährfässer nicht befolgen, und wo mithin die Einrichtung zum beständigen Abfließen der Hefe nicht besteht, schöpft man dieselbe mit Schaumkellen ab, und zieht endlich das klare Bier auf die Lagerfässer, in denen nun mehrere Bräue gemischt werden, um so genau den richtigen Geschmack herauszubringen. Dieß Abziehen auf die Lagerfässer darf nicht eher geschehen, als bis die Entwicklung der Kohlensäure und die Hefebildung fast ganz aufgehört hat, weil sich sonst ein kleiner Theil der auf der Flüssigkeit schwimmenden Hefe wieder auflöst, und dem Bier einen unangenehmen Geschmack ertheilt.

Während die Gährung auf Kosten des Zuckers vor sich geht, wird der in dem Bier gelöste Theil des Klebers und die Diastase durch den in der

Digitized by Google

Flüssigkeit entstandenen Alkohol unlöslich gemacht, und als Hefe ausgeschieden, von der sich ein Theil zugleich mit den Bläschen der Kohlensäure zur Oberfläche begibt, um so die Oberhefe zu bilden, während ein anderer Theil, die Unterhefe, sich am Boden des Gährbottigs ansammelt. Beide enthalten als wesentlichen Bestandtheil Ferment (M. s. den Artikel „Gährung"); die Oberhefe außerdem nur noch eine Beimischung von Würze oder Bier, woher ihre flüssige Beschaffenheit; in der Unterhefe dagegen sammeln sich die meisten unreinen und fremdartigen Stoffe mit an, die in der Würze suspendirt waren. Beide können als Hefe zur Einleitung eines neuen Gährungsprozesses dienen, doch ist die Oberhefe wirksamer und im Allgemeinen vorzuziehen. Die Menge der gebildeten Hefe hängt von der Lebhaftigkeit der Gährung, und von der beim Einmaischen gegebenen Hitze, ferner auch davon ab, ob das Innere der Getreidekörner beim Keimungsprozesse die oben besprochene Substanzänderung mehr oder weniger vollständig erfahren hat, so wie auch endlich von der beim Darren gegebenen Hitze. Helles Malz gibt im Allgemeinen mehr Hefe als stark gedörrtes.

Wenn das Bier auf die Lagerfässer im Keller gebracht ist, so tritt allmählig eine langsame Nachgährung ein, die lange anhält, und wodurch nicht nur der Alkoholgehalt noch in etwas zunimmt, sondern das Bier sich mit Kohlensäure sättigt, die ihm den bekannten kräftigen und erfrischenden Geschmack ertheilt. Das Bier hält sich daher auf den Lagerfässern nicht jede beliebige Zeit, denn sobald die langsame Nachgährung aufhört, in deren Folge eine beständige Wiederersetzung der, durch das Holz des Fasses verdunstenden Kohlensäure Statt findet, so fängt das Bier an, sauer zu werden. Ein solches Aufhören der Nachgährung aber tritt ein, sobald entweder der ganze Zuckergehalt, oder auch das vorhandene Ferment zersetzt ist. Die Lagerfässer müssen daher in einem tiefen Keller möglichst kühl gehalten werden, und vor den Aenderungen der äußeren Temperatur sowohl, als vor allen Erschütterungen, wie sie z. B. durch das Vorüberfahren von Wagen eintreten können, geschützt sein.

In den großen Londoner Brauereien läßt man die erste Gährung in den Gährfässern völlig zu Ende gehn, so daß in den großen Lagerfässern die Nachgährung sehr langsam und gleichmäßig fortschreitet. Die Gährbottige sind zu groß, als daß die erste Gährung in ihnen mit gehöriger Sicherheit und Schnelligkeit zu Ende gebracht werden könnte.

Die Unterschiede zwischen den mancherlei Biersorten beruhen theils auf der Verschiedenheit der dazu verwandten Materiale, theils auf dem besonderen Brauverfahren.

Die Materiale anlangend, so können wieder Unterschiede in den Quantitätsverhältnissen zwischen Malz, Hopfen und Wasser als auch in der Qualität derselben, besonders des Getreides, liegen. Zu den leichteren Tischbieren (small beer) kann man alle solche Biere rechnen, deren spez. Gew. nicht über 1,025 geht, und die etwa 5 Proz. Malzextrakt enthalten oder vielmehr im ungegohrnen Zustande enthielten. Biere von mittlerer Stärke können solche genannt werden, die ein spez. Gew. von 1,025 bis 1,040 haben, und circa 7 Proz. Extrakt halten. Zu solchen Bieren kommen etwa 186 Scheffel Malz auf 100 Faß (à 200 Quart) Bier. Stärkere Biersorten zeigen ein spez. Gew. von 1,05 bis selbst 1,08, und erhalten 209 bis 350 Scheffel auf die 100 Faß Bier. Die allerstärksten Biere, die im englischen Handel vorkommen, sind ein Paar Sorten von englischem und schottischem Ale, welche 320 bis 480 Scheffel Malz auf 100 Faß Bier bekommen.

Guter Porter erfordert 283 bis 320 Scheffel.

Manche Biere werden auch mit Zusatz anderer Getreidearten gebraut. Wenn hiebei das Gerstenmalz in vorwaltender Menge angewandt wird, so braucht man das übrige Getreide nicht erst zu malzen, weil die in dem Gerstenmalz enthaltene Diastase hinreicht, um beim Einmaischen auch die Stärke der ungemalzten Getreidekörner in Zucker umzuwan-

Digitized by Google

deln. Ja selbst mit ganz rohem Getreide wird hie und da auf dem Kontinent wohl Bier gemacht, wobei die Umwandlung der Stärke in Zucker bei einer ziemlich niedrigen Maischtemperatur blos durch die Wirkung des Klebers, wie dieses nach den Untersuchungen von Saussure und Kirchhoff allerdings möglich ist, wenn gleich nur unvollständig, vor sich geht.

Die Farbe des Bieres hängt von der Farbe des Malzes und der Dauer des Würzekochens ab. Das helle Ale wird, wie schon oben angeführt, aus Malz, das auf der Dampfdarre oder an der Sonne getrocknet worden, und ganz jungem Hopfen gemacht; das dunkelgelbe Ale aus einer Mischung von hellgelbem und braunem Malz, und das dunkelbraune Bier aus stark gedarrtem, theilweise verkohltem Malz, das, um dem Bier die nöthige Stärke zu geben, mit hellem Malz gemischt wird; denn je stärker und je länger ein Malz gedarrt wird, um so weniger extraktive Theile gibt es, unter übrigens gleichen Umständen, aus. Bei der Bereitung der feinen milden Alesorten werden so viel wie möglich hohe Temperaturen vermieden, die Hefe wird häufig abgenommen, oder, in der oben beschriebenen Art, abfließen gelassen, so, daß nur wenig Ferment darin bleibt, und daher auch der Zuckergehalt nicht zu sehr abnehmen kann.

Bei der Porterbrauerei wird in mehreren Brauereien jede der drei dazu gehörigen Malzsorten besonders eingemaischt, worauf die erste und die Hälfte der zweiten Würze mit der ganzen Menge Hopfen gekocht, gekühlt und im Gährbottig mit Hefe gestellt wird, worauf nun die andere Hälfte der zweiten und die dritte Maische mit demselben Hopfen durchgekocht, durch den Seihbottig gegeben, gekühlt, ebenfalls in den Gährbottig gebracht, und nun alles gut zusammen gerührt wird.

Alle, Stärke- und Zucker haltenden Pflanzentheile, als Kartoffeln, Bohnen, Rüben, Zuckerrohr, Rohr- und Stärkesyrup können zur Herstellung bierartiger Getränke gebraucht werden, zu einem guten, braunen Bier aber ist Gerstenmalz unerläßlich, und selbst bei Anwendung jener Surrogate ist wenigstens ein Zusatz von Gerstenmalz sehr vortheilhaft. Wendet man gelbe oder rothe Rüben, oder auch Kartoffeln an, so werden sie nach dem Waschen in Wasser gekocht und dann zu einem dünnen Brei eingemaischt. Diesen bringt man mit noch etwas Wasser in den Kessel, setzt Weitzen oder Hafermehl, nebst dem nöthigen Hopfen zu und kocht nun 8 bis 9 Stunden lang. Man kühlt die so erhaltene Würze auf die gewöhnliche Art, und setzt sie mit Hefe in Gährung.

Ein viel besseres Verfahren ist in Straßburg üblich, wo ein berühmtes Kartoffelnbier gebraut wird. Die eingemaischten Kartoffeln werden hier mit $^1/_{20}$ bis $^1/_{16}$ ihres Gewichts fein gemahlnem Gerstenmalz und etwas Wasser im Wasserbade einer Temperatur von 70° 4 Stunden lang ausgesetzt, wobei eine süße, zuckerhaltige Würze entsteht, die dann mit Hopfen gekocht, gekühlt und gegohren wird.

Auch Mais hat man zu Bier verarbeitet, nur ist das Malzen, der Schnelligkeit wegen, mit der die Wurzel- und Blattkeime sich entwickeln, mit Schwierigkeiten verknüpft. Die beste Art, ihn keimen zu lassen, besteht darin, ihn in einem Garten oder Felde einige Zoll hoch mit Erde zu bedecken, und ihn hier so lange liegen zu lassen, bis die grünen Triebe auf der Erde zum Vorschein kommen, ihn dann herauszunehmen, zu waschen und zu darren.

Ein gut beschaffnes Bier ist ein vortreffliches, gesundes Getränk, das in gewissem Grade zugleich Wasser, Wein und Speise ersetzt, indem es den Durst stillt, belebt, nährt und stärkt. Der geistige Bestandtheil ist der Alkohol, der bei der Gährung aus dem Malzzucker entsteht. Die Menge desselben beläuft sich in gewöhnlichem starken Bier oder Ale auf etwa 4 Prozent, d. h. 100 Maßtheile Bier enthalten 4 Maßtheile Alkohol von 0,825 spez. Gew. Der beste brown stout porter enthält 6 Prozent; das stärkste Ale selbst 8; gewöhnliches Bier nur ungefähr 1 Prozent. Der

Digitized by Google

nahrhafte Bestandtheil ist das unzersetzte Gummi und der Zucker, und das noch nicht in Zucker umgewandelte Dextrin. Die Menge dieser festen Bestandtheile ist sehr verschieden, und hängt von der ursprünglichen Stärke der Würze, der Dauer der Gährung und dem Alter des Bieres ab.

Eine Hauptsache bei gutem Bier ist eine schöne Farbe und völlige Klarheit, daher der Brauer auf diese Punkte sein besonderes Augenmerk zu richten hat. Das Klären des Bieres auf dem Fasse ist im Allgemeinen eine mißliche Sache, und gelingt selten ohne Nachtheil für das Bier; das einzige brauchbare Mittel zum Klären von trübem, schlammigen Bier ist noch Hausenblase, die bei ordinairem Porter auch häufig in Anwendung gesetzt wird. Man verfährt hiebei folgendermaßen. Die Hausenblase wird fein zerschnitten und in einer kleinen Bütte mit so viel Essig oder saurem Bier übergossen, daß sie davon eben bedeckt ist Sie fängt nun bald an aufzuschwellen und sich theilweise zu lösen, worauf man von Neuem Bier zusetzt, das jedoch nicht sauer zu sein braucht, da die Hausenblase, wenn sie einmal in Essig eingeweicht ist, nachher leicht bis zu jedem beliebigen Grade aufschwillt. Man rührt die Mischung häufig um, bis daß sie eine syrupartige Konsistenz annimmt, worauf man sie mittelst einer Haarbürste durch ein feines Sieb hindurch arbeitet, um sie noch gleichförmiger zu zertheilen. Man setzt nun noch so viel Bier hinzu, daß von jedem Pfunde Hausenblase 48 Quart Lösung erfolgen und verwendet diese nun zum Klären des Bieres, gewöhnlich in dem Verhältniß von ¾ bis 1¼ Quart auf das Faß Bier, je nach der mehr oder weniger trüben Beschaffenheit desselben. Bevor man jedoch die Klärflüssigkeit zugibt, vermischt man sie zuerst mit einem Theile des Biers und rührt sie damit vermittelst eines Reiserbesens so lange durch, daß sich starker Schaum auf der Oberfläche ansammelt, gibt diese Mischung nun zu dem übrigen Biere auf das Faß und rührt sie damit zusammen. Das Faß wird nun verspundet und bleibt so 24 Stunden ruhig liegen, wo sich dann das Bier geklärt hat, und auf ein anderes Faß abgezogen wird.

Mitunter kommt es auch vor, daß sich das Bier nicht klären will, wo es dann durch diese Operation eher verschlechtert, als verbessert wird. Um in dieser Hinsicht sicher zu gehn, thut man gut, einen kleinen Probeversuch zu machen. Man zapft zu dem Ende ein wenig von dem Biere in ein zylindrisches Standglas und rührt etwas Klärflüssigkeit hinzu, bedeckt das Glas mit der flachen Hand und wendet es einige Male um und wieder auf, um den Inhalt genau zu mischen. Nachdem das Glas eine kurze Zeit gestanden hat, kann man sehr deutlich erkennen, ob sich die trüben Theile mit der Hausenblase zu bestimmt begränzten Flocken verbinden, die sich schnell absondern und in die Höhe steigen, oder ob die Hausenblase sich allein absetzt, und das Bier ganz unverändert läßt.

Dieß letztere ist gewöhnlich dann der Fall, wenn die Gährung unvollständig war, oder das Bier schon in einem Entmischungsprozeß begriffen ist. Man hat wohl gesagt, daß sich die abgesonderten Theile zu Boden setzen; dieß ist jedoch nach Black nur bei solchem Bier der Fall, das sich nicht klären will, bei gutem Bier gehn sie allemal auf die Oberfläche, so daß, wenn man die Klärung in einem liegenden Fasse vornimmt, und nicht nach einiger Zeit den Absatz durch das Spundloch auf der Oberfläche sich ansammeln sieht, man annehmen darf, daß die Klärung nicht gelungen ist.

Die Art, in welcher die Hausenblase bei der Klärung wirkt, besteht nach Jackson in Folgendem: Die Hausenblase befindet sich in der Klärflüssigkeit nicht sowohl im wirklich aufgelösten, als vielmehr in Folge der Einwirkung der Essigsäure, einem nur mechanisch aufgequollnen Zustande, so daß, wenn diese Masse nun mit dem trüben Bier gemischt wird, die gallertartigen Fasern gleichsam in Freiheit kommen, sich mit den trüben besigen Theilen verbinden und sich nun in Form einer flockigen Masse niederschlagen. So weit Jackson. Für richtiger hält Ure die Ansicht, daß sich die Hausenblase mit dem Gerbstoff des Hopfens zu einer Masse

Digitized by Google

von Flocken verbindet, die bei ihrer Entstehung die, in dem Bier suspendirten Hefetheilchen einhüllen und so mit sich niederschlagen. Wenn nach dem Zusatz der Klärflüssigkeit kein Niederschlag entsteht, so darf man nur ein wenig Hopfendekokt zusetzen, um den Niederschlag augenblicklich entstehen zu sehen. Findet aber in dem Biere eine Entwicklung von gasförmiger Kohlensäure Statt, so entsteht durch das Aufsteigen der Bläschen eine innere Bewegung in der Flüssigkeit, wodurch die, sie trübenden Theilchen sowohl allein als auch in Verbindung mit Hausenblase verhindert werden, sich abzusetzen. Die Küfer nennen das Bier in diesem Fall nicht mit Unrecht widerspenstig.

Nach Richardson, dem man die Einführung des bekannten Biersaccharometers verdankt, sind die spezifischen Gewichte der ungegohrnen Würzen verschiedener Biersorten, wie folgt:

Biersorte	Pfunde pr. engl. Faß	Spez. Gew.
Burton Ale 1te Sorte . .	40 bis 43	1,111 bis 1,120
" " 2. " . .	35 " 40	1,097 " 1,111
" " 3. " . .	28 " 33	1,077 " 1,092
Gewöhnliches Ale	25 " 27	1,070 " 1,073
" "	21	1,058
Porter gewöhnlich	18	1,050
" doppelter.	20	1,055
" brown stout	23	1,064
" bester "	26	1,072
Gewöhnl. Dünnbier . . .	6	1,014
Gutes Tischbier	12 bis 14	1,033 " 1,039

Die zweite Kolumne dieser Tafel zeigt, wie viel Pfund Bier mehr auf das engl. Faß gehen als reines Wasser (das Faß Wasser=336 engl. Pfund).

Ueber die Malz-Rückstände vom Einmaischen. Wenn man nach Ale oder Porter noch Dünnbier brauet, so zieht man das rückständige Malz nur noch einmal aus; wo jedoch kein Dünnbier gemacht wird, pflegt man die Träber wohl noch zweimal zu extrahiren, um das Malz so vollständig wie möglich zu nutzen. Man gibt zuerst Wasser von 70 bis 74° auf die in dem Maischbottig befindlichen Träber, läßt es etwa eine Stunde damit stehn, zieht es ab, pumpt es in den Kessel, gibt ein wenig Hopfen hinzu und läßt es einige Augenblicke kochen, worauf man es kühlt. Man gibt dann noch einmal Wasser von etwa 68 bis 72° auf die Träber, wie vorhin, bringt das abgelassene Wasser in den Kessel mit etwas Hopfen, läßt es über Nacht darin stehn und kühlt es den nächsten Morgen. Die so erhaltenen Aufgüsse benutzt man beim nächsten Einmaischen von frischem Malz statt Wasser, muß jedoch bei der Berechnung der Mengenverhältnisse zwischen Malz und Wasser auf ihren Gehalt an Extrakt Rücksicht nehmen, welchen man aus dem spezifischen Gewichte, das sie nach der Kühlung zeigen, findet. Eine kleine Ersparniß erwächst hiebei noch daraus, daß man den vom ersten Würzekochen rückständigen Hopfen mit den letzten Malzaufgüssen ausziehen, und so noch in etwas nützen kann.

Wird nicht alle Tage gebrauet, so darf man die letzten Malzaufgüsse ohne Gefahr selbst einige Tage aufbewahren, weil sie zu arm an Zucker sind, als daß sie leicht in Gährung kommen könnten.

In der vorhin angegebenen Tabelle von Richardson ist übrigens der Gehalt des Porters zu niedrig angegeben, der wenigstens gegenwärtig selten unter 20 Pfund pr. Faß am Saccharometer zeigt.

Vor etwa dreißig Jahren hielten es die Londoner Porter-Brauer so, daß sie ungeheure Vorräthe auf achtzehn Monate bis zwei Jahre in ihren Kellern hatten, um das Bier durch die lange Lagerung zu verbessern. Das Bier wurde aus den Gährfässern in Behälter gepumpt, die 20 bis 25 Bräue, jeden von mehreren hundert Fässern,

Digitized by Google

faßten. Viele dieser Behälter hatten 5000 bis 6000 engl. Faß, also 265000 bis 318000 Kub. Fuß Inhalt, einige waren zwei- und einer gar dreimal größer. Bei diesem langen Lagern wurde der Porter völlig klar und der Zucker durch die lange Nachgährung fast vollständig in Alkohol und Kohlensäure umgewandelt. Auch das Hopfenbitter erlitt hiebei eine theilweise Entmischung. Nur altes starkes Bier wurde dermalen geschätzt, und nur die Gastwirthe vermischten es wohl mit milderem, frisch gebraueten Bier. Gegenwärtig hat sich der Geschmack des Londoner Publikums so gänzlich geändert, daß nur allein ganz milder Porter noch behagt. Sechs Wochen sind jetzt schon ein hohes Alter für Londoner Biere, und vieles wird kaum vierzehn Tage alt. Eben aus diesem Grunde ist das Ale sehr in Aufnahme gekommen, und die beiden größten Porterbrauereien in London, die der Herren Barclay, Perkins & Comp., und die von Truman, Hanbury & Comp. haben mit großem Erfolg, um dem eigensinnigen Gaumen ihrer Konsumenten zu entsprechen, angefangen, statt Porter mildes Ale zu brauen.

Ueber das Brauen von schottischem Ale. Diese Biersorte charakterisirt sich durch helle bernsteingelbe Farbe, und einen milden balsamischen Geschmack; das Hopfenbitter ist mit dem Malzextrakt so amalgamirt, daß es durchaus nicht vorwaltet; und unstreitig ist das Ale von Preston Pans das beste Weinsurrogat, das bis jetzt aus Gerste erzeugt wurde. Der geringen Wärme wegen, bis zu der die Schottischen Brauer die Würze im Gährbottig steigen lassen, beschränken sie ihre Arbeiten auf die kälteren Monate des Jahrs, und lassen während der vier Sommermonate ihre Brauereien völlig ruhen. Auf die Auswahl des Malzes und Hopfens wird die größte Vorsicht verwandt; zum Malz nehmen sie nur die beste englische Gerste, und den Hopfen beziehen sie von Farnham oder Ost-Kent. Auch auf die Qualität der Hefe wird sorgfältig geachtet; man mißt sie in dem Verhältniß von 1 Hefe: 240 Würze, in den Gährbottig.

Das Malz wird nur einmal ordentlich eingemaischt, und liefert so eine sehr starke Würze; um es aber ganz zu erschöpfen, begießt man es noch acht oder zehnmal mit wenigem heißen Wasser, welches sich nun durch das Malz hindurchzieht und alle auflöslichen Theile mit sich nimmt. Man gewinnt durch dieses einfache Verfahren viel stärkere Infusionen, als wenn man das Wasser, statt es in einzelnen kleinen Portionen nach einander aufzugießen, mit einem Male mit dem Malz zusammenrühren würde. Bei reinem Malz wird die Zuckerbildung durch die Diastase schon bei einmaligem Einmaischen vollständig bewirkt, und es handelt sich nachher nur noch darum, alle, bei dem ersten Einmaischen löslich gewordenen Theile auszuwaschen, was auf die oben angegebene Weise sehr vollständig erreicht wird. So ist es klar, daß, wenn man von einer gewissen Menge Malz durch zwei nacheinander folgende Aufgüsse 20 Faß Würze erhielte, diese nicht so reich sein würde, als wenn man dieselbe Menge Würze durch zehn Aufgüsse gewonnen hätte, denn die Körner bleiben allemal mit einer Flüssigkeit von der Beschaffenheit der zuletzt abgezogenen geschwängert, und jeder Scheffel Malz hält etwa 21 Quart Flüssigkeit zurück. Diese in dem Malz zurückbleibende Flüssigkeit würde bei dem ersteren Verfahren dieselbe Stärke haben, wie die Würze des zweiten Aufgusses; bei dem zweiten Verfahren dagegen nur die Stärke des letzten der 10 Aufgüsse, also fast reines Wasser sein. Der einzige allerdings gegründete Einwurf gegen die schottische Methode betrifft den damit verbundenen Zeitverlust. Ein Maischbottig mit einem Mantel, um ihn von Außen durch Dampf wärmen zu können, würde bei der Schottischen Methode sehr zweckmäßig sein, da man das Malz dadurch auf der nöthigen Temperatur erhalten könnte, ohne zum Begießen sehr heißes Wasser nöthig zu haben.

Das erste Einmaischen nach dem Schottischen Verfahren scheint insofern einiges Bedenken gegen sich zu haben, als das Wasser dazu auf

Digitized by Google

88° C erhitzt wird. Nach etwa halbstündigem Rühren bedeckt man den Bottig und läßt das Ganze etwa 3 Stunden stehen; worauf man die Würze in den Unterstock, oder, was noch besser ist, sofort in den Kessel bringt.

Ist die erste Würze abgelaufen, so gießt oder sprengt man 88° heißes Wasser über die ganze Oberfläche des Malzes indem man das Wasser auf ein rundes, vielfach durchbohrtes Brett, das in einiger Entfernung über dem Maischbottig aufgehängt ist, aufgießt, wo es dann wie ein dichter Regen auf das Malz herabfällt, und nachher durch drei oder mehr Hähne am Boden des Bottigs abläuft. Ist nach Verlauf von etwa 20 Minuten das erste Sprengwasser abgeflossen, so folgt ein zweiter Guß, und sofort, bis alle Aufgüsse, mit der ersten Würze gemengt, zusammen die für die Alebrauerei erforderliche Stärke zeigen. Man führt nun mit dem Aufgießen von Wasser noch fort, benutzt aber die so erhaltenen Würzen zu schwachem Bier, oder auch, wie oben erwähnt, beim nächsten Einmaischen statt Wasser. Bei den allerletzten Aufgüssen nimmt man das Wasser einige Grade weniger heiß.

Von Hopfen kommt selten mehr als ¾ Pfd. auf den Scheffel Malz. Das Würzekochen geschieht genau so, wie oben angegeben, bei der Gährung jedoch wird ein eigenthümliches Verfahren befolgt. Man läßt nämlich die Temperatur der gährenden Würze nicht höher als 10° C steigen, wobei die Gährung 14 Tage bis 3 Wochen anhält. Eine Brauerei also, die wöchentlich dreimal brauet, muß mit 7 oder 8 Gährbottigen versehen sein, die sämmtlich zu gleicher Zeit in Arbeit sind, und da diese sich in einem und demselben Raum befinden, und in mehreren die Gährung, und mithin auch die Wärmeentwicklung in Gange ist, so erwärmt sich das Lokal schon durch die Gährbottige auf die zur Gährung angemessene Temperatur, so kalt es auch sonst gewesen sein mag. Man gibt nicht mehr Hefe zu, als gerade unumgänglich nöthig ist, und zeigt sich im Verlauf der Gährung ein Mangel an Hefe, so hilft man dadurch nach, daß man das Bier täglich zweimal aufrührt. Wenn die Gährung soweit gediehen ist, daß die Abnahme der Stärke am Saccharometer täglich nur noch etwa ½ Pfund beträgt, so muß man das Bier auf die Gährfässer bringen, weil sonst die Oberhefe sich leicht mit dem Biere wieder mischt, und ihm einen Geschmack nach Hefe ertheilt. Ein Paar Tage vor dem Ueberfüllen auf die Gährfässer läßt man die Oberhefe unangerührt auf dem Biere stehen, und zapft dieses darunter ab, um es möglichst klar zu bekommen. In Schottland nämlich schämmt man die Oberhefe nicht ab, wie dieß in den Londoner Brauereien geschieht, und betrachtet die Schichte der Oberhefe als ein Schutzmittel gegen den Zutritt der Luft. Nach dem Abziehen von dem Gährbottig setzt das schottische Ale nur noch sehr wenig Hefe ab, weil die Gährung im Gährbottig fast ganz zu Ende geht.

Die Stärke der besten schottischen Ale beläuft sich vor der Gährung auf etwa 32 bis 44 Pfund aufs Faß, oder, mit anderen Worten, das spez. Gew. beträgt 1,088 bis 1,122, je nach dem Preise, zu dem es verkauft werden soll. Bei einer guten Gährung bleibt die Stärke nach dem Saccharometer nur ungefähr ¼ von der ursprünglichen Stärke der Würze. Das schottische Ale klärt sich leicht, und braucht, wo es für den inländischen Konsum bestimmt ist, selten geklärt zu werden.

Die folgende, aus dem Artikel Brewing der society for diffusing useful knowledge, S. 156 entnommene Tabelle gibt eine Uebersicht über die Aenderung in den Saccharometergraden eines guten schottischen Ale, während des Verlaufs der Gährung.

Es wurden 12 engl. Faß Würze mit 40 Pfund Hefe in Gährung versetzt, und zeigten

am 24.	März	— 10° C	— und	42½	Pfd. am Saccharometer
25.	„	— 11	— „	41	„
28.	„	— 13	— „	39	„
30.	„	— 15½	— „	34	„

Digitized by Google

am	1.	April	— 17	— und 32	Pfd. am Saccharometer
	4.	„	— 18	— „ 29	„ (noch ein Pfd. Hefe zugegeben.)
	5.	„	— 19	— „ 25	„
	6.	„	— 19½	— „ 23	„
	7.	„	— 19½	— „ 20	„
	8.	„	— 19	— „ 18	„
	9.	„	— 19	— „ 15	„
	10.	„	— 18	— „ 14,½	„

Die Gährung war nun so weit beendigt, daß das Bier aus dem Gährbottig abgezogen werden konnte.

Die folgende Tafel gibt mehrere, durch unmittelbare Beobachtung gefundene Verhältnisse zwischen den spezifischen Gewichten verschiedener Würzen und ihrem Extrakt-Gehalte vor und nach der Gährung.

Ursprüngl. spez. Gewicht der Würze.	Gehalt in Pfunden Extrakts pr. Pr. Faß Würze.	Spez. Gew. des Ale.	Gehalt in Pfunden Extrakts pr. Pr. Faß Ale.	Menge des zersetzten Zuckers, die anfängliche Menge Extrakt = 1 gesetzt.
1,0950	120,8	1,0500	54,7	0,478
1,0918	116,5	1,0420	52,3	0,552
1,0829	106,3	1,0205	22,9	0,787
1,0862	109,8	1,0236	27,2	0,757
1,0780	100,4	1,0280	33,0	0,698
1,0700	88,5	1,0285	34,0	0,615
1,1002	127,6	1,0400	49,3	0,613
1,1025	129,9	1,0420	52,3	0,600
1,0978	124,6	1,0307	36,7	0,705
1,0956	121,7	1,0358	43,8	0,640
1,1130	144,0	1,0352	43,4	0,661
1,1092	139,1	1,0302	36,4	0,605
1,1171	149,6	1,0400	49,3	0,669
1,1030	131,2	1,0271	31,8	0,757
1,0660	83,3	1,0214	24,2	0,709

Die zweite und vierte Kolumne geben jedoch nicht eigentlich den Gehalt an trocknem Extrakt, sondern an Extrakt in dem noch wasserhaltigen Zustande, wie es dem Allenschen Saccharometer zum Grunde liegt, den Gehalt also etwas zu hoch. Auch die letzte Kolumne muß wegen der, bei der Gährung Statt findenden Verflüchtigung von Alkohol einigermaßen unrichtig sein. Sie ist auch aus dem Grunde wahrscheinlich nicht ganz genau, weil, wenn man in einem Biere den Extraktgehalt aus dem spezifischen Gewichte berechnet, wie dieß hier geschehen zu sein scheint, der in dem Biere vorhandene Alkohol das spezifische Gewicht etwas geringer erscheinen läßt, als es sonst ausfallen würde.

Die in der vorletzten Tabelle angegebene Menge der zugesetzten Hefe beträgt etwa 1 Quart auf je 108 Quart Würze; doch wurde bei anderen Versuchen nach Verhältniß der Beschaffenheit der Hefe und dem Zustand der Witterung mehr oder weniger genommen.

Die gute Qualität des Malzes und die richtige Behandlung beim Einmaischen läßt sich allemal an dem Zuckergehalt der Würze erkennen. Um diesen zu bestimmen, dampft man einen Theil der Würze im Wasserbade fast zur Trockne ab, gibt nun das doppelte Volumen starken Spiritus hinzu, und schüttelt das Ganze stark und anhaltend zusammen. Der Zucker löst sich hiebei auf, während Stärke, Gummi und die übrigen nicht zuckrigen Theile des Extrakts ungelöst zurück bleiben, und läßt sich nach dem Filtriren und Abdampfen dem Gewichte nach bestimmen. Eine andere, eben so sichere und viel schneller ausführbare Methode

Digitized by Google

die Ure vorschlägt, könnte darin bestehen, das eingedampfte Extrakt in einem Zylinderglas mit Alkohol zu schütteln, die ungelösten Theile sich absetzen zu lassen, und nun das spezifische Gewicht der überstehenden weingeistigen Zuckerlösung mit dem Aräometer zu bestimmen, woraus sich dann der Zuckergehalt berechnen läßt.

Die folgende, von Ure im Auftrage des Präsidenten der Zucker-Kommission des Unterhauses im Jahre 1830 entworfene Tabelle kann bei dieser Untersuchung dienen. Sie zeigt nämlich die Menge Zucker in engl. Granen, die erforderlich sind, um das spez. Gewicht eines Gallons Spiritus verschiedener Stärke auf das spez. Gew. des Wassers = 1 zu bringen.

Spez. Gew. des Alkohols.			Gewicht des Zuckers in Granen.
0,995	—	—	980
0,990	—	—	1890
0,985	—	—	2800
0,980	—	—	3710
0,975	—	—	4690
0,970	—	—	5600
0,965	—	—	6650
0,960	—	—	7070
0,955	—	—	8400
0,950	—	—	9311

Die eigentliche Bestimmung dieser Tabelle bestand darin, zu zeigen, wie ein Gehalt an zuckriger Materie in dem Nachlauf von der Branntweindestillation einen Alkoholgehalt, wenn dieser nämlich durch das spezifische Gewicht des Nachlaufes bestimmt werden soll, verstecken kann. Man könnte jedoch leicht eine ähnliche Tabelle konstruiren, in welcher Alkohol von z. B. 0,825 spez. Gew. zum Grunde gelegt wäre, und welche, wenn man den durch vorsichtiges Abdampfen einer bestimmten Menge Würze oder Bier erhaltnen Rückstand mit einer gleichfalls bestimmten Menge dieses Alkohols schüttelte, und nun sein spez. Gew. nähme, die, der Aenderung des spezifischen Gewichts korrespondirende Zuckermenge angäbe, die in jener Würze oder dem Bier enthalten war.

Einrichtung, Maschinerie und Utensilien einer großen Brauerei.

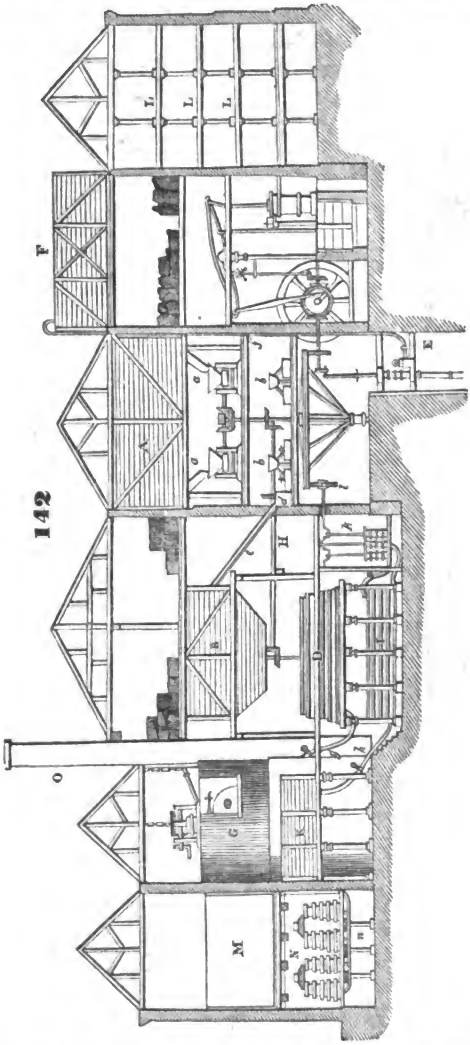
Die Fig. 142 und 143 stellen eine Porterbrauerei der größten Art vor, wobei jedoch zu bemerken, daß der Durchschnitt Fig. 142 zum Theil imaginair ist, insofern nicht alle Theile wirklich in derselben Ebene liegen, in der sie in der Figur dargestellt werden mußten; doch ist die Anordnung der einzelnen Theile so viel wie möglich der wahren Anordnung gemäß wiedergegeben.

Die Malzvorräthe der Brauerei werden gewöhnlich auf großen Böden aufbewahrt, von welchen in der Figur nur einer in A angegeben ist, während die übrigen seitwärts liegen, und daher in der Figur nicht zu sehen sind. Gleich unter dem Malzboden ist die Schrotmühle, die aus mehreren Abtheilungen besteht. In der obersten sind die oben beschriebenen und in Fig. 140 und 141 dargestellten Schrotwalzen a, a; in dem darunter befindlichen Stockwerk eine gewöhnliche Mühle mit Steinen b, b, um nöthigenfalls das Malz feiner mahlen zu können, als es durch die Walzen erhalten wird. Nach dem Schroten oder Mahlen kommt das Malz in einen Kasten d (links von der Mühle b), um von hier aus durch eine Art Schraube, oder Schnecke (Fig. 144), die sich in einer zylindrischen Hülse, oder Röhre e dreht, in die Höhe gezogen, und so in den großen Schrotbehälter B gebracht zu werden, der unmittelbar über dem Maischbottig D liegt. Beim Gebrauch läßt man das Schrot aus diesem Behälter in den Maischbottig fallen, während das heiße Wasser aus dem Kessel G zugeleitet wird.

Ein Brunnen E, in welchem eine Pumpe steht, die durch eine Dampfmaschine getrieben wird, versorgt die Brauerei mit dem nöthigen Wasser,

Digitized by Google

das zunächst durch die Röhre f in das Wasserreservoir F oben auf dem Hause gehoben wird, um von hier aus durch eiserne Röhren nach dem



Kessel, und allen übrigen Punkten, wo kaltes Wasser gebraucht wird, hingeleitet zu werden. Um den Kessel G mit kaltem Wasser zu füllen,

Digitized by Google

braucht man also nur einen Hahn zu öffnen, worauf das Wasser aus dem Reservoir in ihn einfließt; ebenso läßt man das heiße Wasser durch eine Röhre g in den Maischbottig D ab, wo es von unten in den Zwischenraum der beiden Böden eintritt, durch die Löcher des falschen Bodens aufsteigt und so von unten her zu dem Malz gelangt. So wie man daß heiße Wasser aus dem Kessel abgelassen hat, läßt man sofort wieder kaltes einströmen, um dieses zum zweiten Einmaischen zu verwenden; der Kessel darf hiebei nie ganz leer werden, weil sonst der Boden durch die Glut des Feuers verbrennen würde. Um zu dem Ende wenigstens den unteren Theil des Kessels recht schnell wieder füllen zu können, hat man gewöhnlich einen zweiten kleineren Kessel über dem großen, wodurch man außer dem so eben erwähnten Zweck auch noch eine gewisse Ersparung an Brennmaterial erreicht, insofern das in den kleinen Kessel eingelassene kalte Wasser durch die aus dem Braukessel sich erhebenden heißen Dämpfe in etwas vorgewärmt wird. Fig. 146 zeigt die Einrichtung des Braukessels mit dem Vorwärmer im näheren Detail.

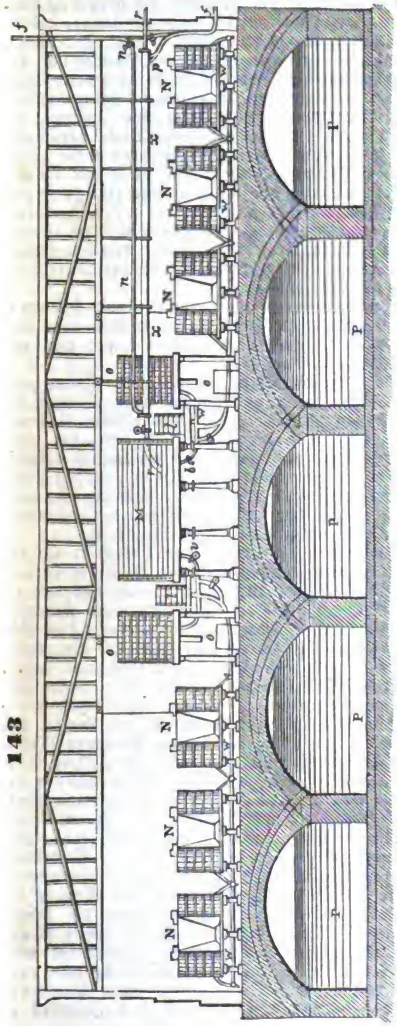


Fig. 145. Nach beendigtem Einmaischen läßt man die Würze in den Unterstock I ab, der von ganz gleicher Größe wie der Maischbottig ist, und

Beim Einmaischen besteht, wie oben erwähnt, eine Hauptsache darin, das Malz aufs Sorgfältigste mit dem Wasser zu zerrühren und alle Klümpchen zu zertheilen. Dieses Rühren nun wird durch einen Mechanismus bewirkt, der sich in dem Maischbottig befindet und durch eine horizontale Welle H, die mit der Dampfmaschine in Verbindung steht, gedreht wird.

Die genauere Beschreibung der Maischmaschine folgt weiter unten, bei

Digitized by Google

unmittelbar unter ihm steht, läßt sie jedoch nur so lange darin, bis alle Flüssigkeit aus dem Maischbottig abgelaufen ist, worauf man dann die Würze mittelst einer dreistiefligen Pumpe k sofort in die über dem Kessel angebrachte Pfanne pumpt. Hier bleibt nun die Würze so lange, bis das Wasser zu dem zweiten Malzaufgusse aus dem Kessel erfolgt ist. Nunmehr öffnet man den Verbindungshahn zwischen der oberen Pfanne und dem Kessel, und läßt die Würze einfließen; worauf dann der zweite Malzaufguß, nachdem er sich in dem Unterstock angesammelt hat, wieder in die Pfanne gepumpt wird. Der Hopfen wird durch eine Oeffnung eingebracht, die demnächst mit einem fest aufgeschraubten Deckel verschlossen wird, um die Dämpfe zu zwingen, durch die Seitenröhren in die Würze einzuströmen, die sich in der Pfanne befindet, und diese fast bis zum Kochpunkt zu erhitzen. Ist die Kochung der ersten Würze fertig, so zieht man diese durch den weiten Hahn am Boden des Kessels in den Seihbottig K, welcher, wie schon oben erwähnt, einen, aus durchlöcherten eisernen Platten gebildeten Boden hat, durch welchen die Würze von dem Hopfen abgeseiht wird. Durch die Röhre h wird endlich die Würze mittelst der Pumpe k auf die Kühlschiffe L, L, L geschafft.

Die Pumpe k ist mit verschiedenen Röhrenleitungen und Hähnen in Verbindung, so daß sie zu mehrfachen Zwecken, wo Würze oder Bier zu heben und fortzuschaffen sind, gebraucht werden kann; nur zum Wasserpumpen dient die besondere Pumpe E.

Die Kühlschiffe L sind sehr flache Behälter, deren, wie die Figur zeigt, mehrere übereinander angebracht sind, und sich in einer eigenen Abtheilung des Gebäudes befinden, dessen Wände aus offnem Fachwerk bestehen, oder an allen Seiten mit Klappen versehen sind, um einen freien Luftzug zu unterhalten. Ist nun die Würze hinlänglich gekühlt, um gestellt zu werden, so zieht man sie durch Röhren von den Kühlschiffen auf den großen Gährbottig M, der nebst einem zweiten eben so großen, welcher in der Figur nicht mit abgebildet ist, die gesammte, in einem Tage gebrauete Würze aufzunehmen im Stande ist.

Ist nun die Gährung im Gange, so bringt man das Bier auf die kleineren Gährfässer N, die in großer Menge in der Brauerei vorhanden sein müssen, und in Abtheilungen zu vieren, die allemal eine gemeinschaftliche Rinne zum Ableiten der Hefe in die darunter stehenden Behälter n haben, aufgestellt sind. In diesen Fässern bleibt das Bier bis zu beendigter Hauptgährung stehen, worauf es dann auf die großen Lagerfässer kommt, in denen es zum Gebrauch aufbewahrt, und endlich zur Versendung in kleinere Fässer abgezogen wird. Die Lagerfässer haben eine konische Form und verschiedene Größe, gewöhnlich halten sie 15 bis 20 Fuß im Durchmesser und eben so viel in der Höhe. Die Art, wie die Dampfmaschine die Bewegung auf die verschiedenen Mechanismen überträgt, ergibt sich zur Genüge aus der Figur. Die Achse des großen Schwungrades trägt ein gezahntes Rad, das in ein anderes gleiches Rad eingreift, welches an einer horizontalen Welle sitzt, die von dem Maschinenhause sich nach dem großen Pferde-Göpel forterstreckt, und diesen durch ein Stirnrad in Drehung setzt. Das große Rad des Göpels treibt nun wieder die Getriebe der Mühlsteine bb, und die Welle der Würzpumpe k. Die Drehung der Schrotwalzen aa wird durch eine vertikale Verlängerung der Achse des Göpels bewirkt, welche oben ein konisches Rad trägt, und dadurch die Räder der Walzen umtreibt. Auf ähnliche Art wird auch die Welle H und durch diese wieder die Maischmaschine umgetrieben. Außerdem wird auch noch eine Sackwinde, die in der Figur weggelassen ist, und dazu dient, die Malzsäcke aus dem Hofe bis auf den höchsten Punkt des Gebäudes zu winden, um von da nach den Malzböden A gefahren zu werden, durch die Dampfmaschine in Bewegung gesetzt.

Der Göpel ist dazu bestimmt, in Fällen, wo die Dampfmaschine vielleicht wegen Reparaturen, oder aus anderen Gründen nicht gangbar

Digitized by Google

seyn sollte, so lange durch Pferde gezogen zu werden; inzwischen sind die Dampfmaschinen jetzt zu solcher Vollkommenheit gebracht, daß dergleichen Aushülfen sehr selten nöthig sind.

Fig. 143 ist der Gährraum der großen Brauerei von Whitbread & Comp.; Chiswell Street in London, die wohl eine der ausgezeichnetsten und vollständigsten Brauereien der Welt, und nach der Angabe von Richardson eingerichtet ist, der auch den Betrieb leitet. Alle in dieser Zeichnung dargestellten Theile sind für denselben Zweck bestimmt, zu dem in Fig. 142 der große Gährbottig M und die Gährfasser N dienen. rr Fig. 143 ist die Röhre, welche die gekühlte Würze von den Kühlschiffen in die großen Gährbottige M leitet, deren zwei neben einander stehen. ff ist ein Theil der großen Rohre, durch die das Wasser aus dem Brunnen nach dem Wasserreservoir auf dem Hause gepumpt wird. Diese Röhre ist absichtlich an der Wand des Gährraumes in die Höhe geleitet, und mit einem Hahn versehen, um das gerade Aufsteigen des Wassers verhindern zu können. Nahe unter dem Hahne geht eine Seitenröhre p ab, die in die weite Rohre xx mündet, durch welche die Zuleitungsröhre r der Länge nach hindurchgeht, und von deren anderem Ende die Röhre nn ausläuft, um sich wieder mit der Steigerohre ff zu vereinigen. Der Zweck dieser Einrichtung besteht darin, die zufließende Würze genau auf die angemessenste Temperatur abzukühlen. Durch die beiden Hähne nämlich hat man es in seiner Gewalt, entweder den ganzen Strom des aufsteigenden Brunnenwassers, oder einen Theil desselben durch die Röhre xx fließen zu lassen, und so die Temperatur der Würze bei ihrem Durchgange durch die aus dünnem Kupferblech gemachte Röhre r genau nach dem Thermometer und bis auf einen halben Grad zu reguliren.

Ist die Gährung in den Gährbottigen M M eingeleitet und zum Theil beendigt, so läßt man das Bier durch die Röhren v und die langen horizontalen Fortsätze ww in die, in mehreren Reihen aufgestellten Gährfässer N, N eintreten, die den größten Theil des Raumes einnehmen. In dem Zwischenraum zwischen je zweien dieser Reihen stehen große Behälter, in welche die Hefe aus den Gährfässern einfließt.

Der Gährbottig M ist so hoch angebracht, daß sein unterer Boden noch etwas höher steht, als das Niveau des Bieres in den Gährfässern, so daß sich diese beim Oeffnen der Zuleitungshähne durch hydrostatischen Druck füllen. Da nun aber bei der Gährung durch Ausscheidung der Hefe die Menge des Bieres allmählig etwas abnimmt, so ist es, um die Fässer beständig gefüllt zu halten, und das gehörige Abfließen der Hefe zu sichern, nothwendig, von Zeit zu Zeit frisches Bier in sie eintreten zu lassen. Hiezu dienen nun die beiden großen Fässer o, o, die man, bevor das Bier in die Gährfässer abgelassen wird, durch die von ihrem Boden ausgehenden, und mit dem Gährbottig kommunizirenden Röhren füllt, um so einen Vorrath von Bier zum nachherigen Nachfüllen zu behalten. In Wirklichkeit stehen diese beiden Fässer o, o zwischen den beiden Gährbottigen M, M, und nur, um sie in der Figur mit darstellen zu können, ist ihnen hier ein anderer Platz zur Seite angewiesen. Neben jedem dieser beiden großen Füllfässer ist ein kleinerer Behälter l, l angebracht, der durch eine Röhre mit ihm so wie mit den sämmtlichen Gährfässern in Verbindung steht. Die Verbindungsröhren zwischen diesen Behaltern und den Gährfässern bleiben stets offen, so daß also das Bier aus hydrostatischen Gründen in ihnen überall auf gleicher Höhe steht; dagegen sind die Kommunikationsröhren zwischen den Behältern l und den Füllfässern o mit Ventilen versehen, die sich nach unten öffnen, und an Schwimmern hängen, welche auf dem Bier in den Behältern l schwimmen. Durch diese sinnreiche Einrichtung wird das Bier in den Behältern, und durch diese wieder in den Gährfässern stets genau in dem Niveau erhalten, das zum Abfließen der Hefe aus den letzteren erforderlich ist. Sobald nämlich das Bier in den Gährfässern und somit auch in den Behältern l sinkt, so öffnen die zugleich mit sinkenden Schwimmer die Ven-

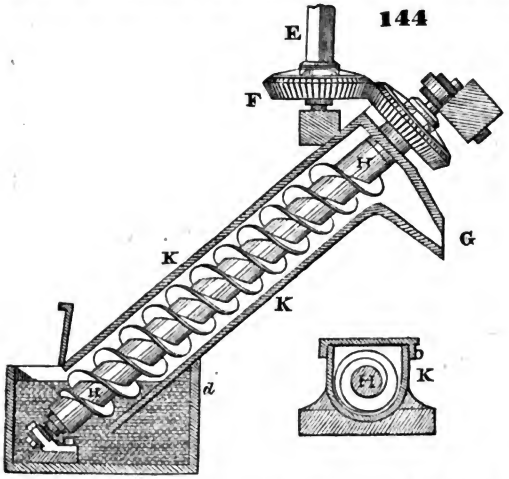
Digitized by Google

tile, wo dann ein Zufluß von Bier aus den Füllfässern o, o eintritt, und so lange fortdauert, bis die Flüssigkeit das erforderliche Niveau erreicht hat, worauf die zugleich mit gestiegenen Schwimmer die Zuleitungsventile wieder schließen. Da nun aber auch das Bier in den Füllfässern o, o gährt, so muß auch hier für das stete Abfließen der Hefe gesorgt werden, zu welchem Ende flache eiserne Trichter in ihnen angebracht sind, die auf dem gährenden Biere schwimmen, und deren Hälse in zylindrische Röhren auslaufen, die durch Stopfbüchsen im Boden der Fässer beweglich und wasserdicht hindurch gehen; so daß beim Sinken des Bieres auch die Trichter mit herabsinken, und die Hefe beständig über den Rand derselben abfließt, und so in die untergestellten Behälter gelangt.

Unter dem Gährraum befinden sich die großen, aus Stein mit Gypsmörtel gemauerten Gewölbe P, die statt der Lagerfässer dienen, in die das Bier nach beendigter Gährung abgelassen wird, und die vor hölzernen Lagerfässern den Vorzug einer gleichmäßigeren Temperatur zu haben scheinen.

Fig. 144 ist eine detaillirte Abbildung der oben erwähnten Schraube

144



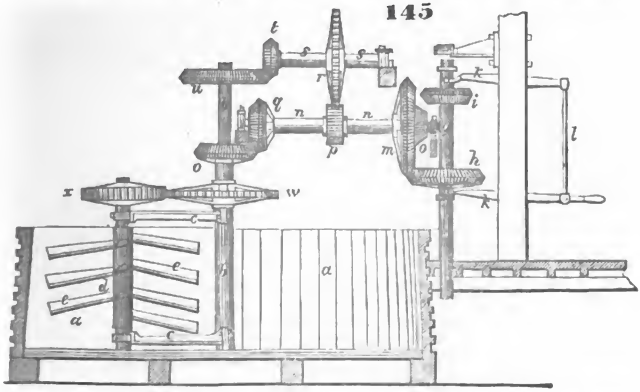
oder Schnecke, durch die das geschrotene oder gemahlene Malz von der Mühle auf den Schrotbehälter gehoben, und auch sonst von einem Theile der Brauerei nach einem anderen geschafft werden kann. K ist eine zylindrische Röhre, in welcher sich die Schraube H dreht, und dabei sehr nahe an der inneren Wandung derselben fortstreift. Indem nun die Schraube durch das konische Rad F umgetrieben wird, holt sie das Schrot aus dem Kasten d heraus und schüttelt es aus der Rinne G aus. Statt schräg geneigt, kann die Schraube auch horizontal liegen, und so zum horizontalen Fortschaffen des Malzes, wo dieß nöthig ist, gebraucht werden.

Fig. 145 ist die Maischmaschine. a a, ist der aus hölzernen Stäben zusammengesetzte und durch eiserne Bänder zusammengehaltene Maischbottig, in dessen Mitte eine vertikale Welle b durch die konischen Räder t und u, von denen das letztere an dem oberen Ende der Welle fest sitzt, langsam umgedreht wird. Der eigentliche Rührapparat besteht

Digitized by Google

in einer mit vielen schräg liegenden messerartigen Armen e e versehe-

145



nen vertikalen Achse d, die sich zwischen den, von der mittleren Welle l auslaufenden Armen c c dreht, und an ihrem oberen Ende ein Stirnrad x trägt. Es ist leicht einzusehen, daß wenn die Messer oder Flügel dieses Rührapparates sich in rascher Drehung befinden, und zugleich der ganze Rührapparat durch die mittlere Welle langsam im Kreise herum geführt wird, die gesammte, in dem Bottig enthaltene Maische nach und nach die Wirkung desselben erfährt. Bei dem Mechanismus handelt es sich nun darum, eine zweifache drehende Bewegung: einmal die der Flügelwelle, und zweitens die der Hauptwelle l zu bewirken. Diese zweifache Drehung wird zunächst durch die horizontale, mit den Rädern p und q versehene Welle n n erzeugt, indem einmal das Rad p in das größere Rad r eingreift, hiedurch die Welle s s und somit auch das konische Rad t umtreibt, welches nun der vertikalen Welle b die nöthige langsame Drehung ertheilt; zweitens aber auch das konische Rad q in das Rad o eingreift, welches durch eine hohle zylindrische Büchse, die sich um die Welle b frei dreht, mit dem größeren Rade w verbunden ist, und so also das Rad x mit der Flügelwelle umdreht. Die Größenverhältnisse der Räder und Triebe sind hiebei so gewählt, daß während eines einmaligen Umganges der Zentralwelle b, die Flügelwelle 18 Drehungen macht. Um nun endlich den ganzen Apparat nach Erforderniß mit größerer und geringerer Geschwindigkeit in Drehung zu setzen, hat die Welle n n zwei konische Räder m und o von verschiedenem Durchmesser, während die vertikale Welle g, die mit der Dampfmaschine oder dem Pferdegöpel in Verbindung steht, und so gedreht wird, an ihrem oberen Ende viereckig ist und eine verschiebbare Büchse trägt, auf welcher die konischen Räder h und i in solcher Entfernung von einander sitzen, daß allemal nur eines derselben mit einem der Räder m oder o in Eingriff stehen kann.

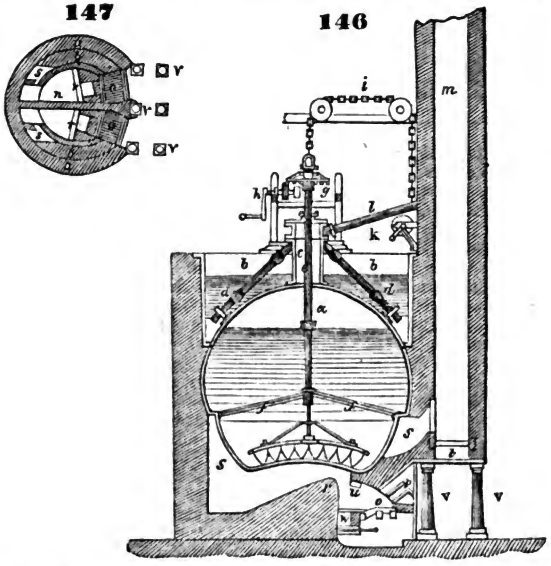
Bringt man nun mittelst der beiden Hebel k, k. die durch die Stange l in Verbindung stehen, die Büchse in die Höhe (wie diese in der Figur dargestellt ist), so wird durch Eingriff der Räder h und m eine langsamere Bewegung erzeugt, als wenn durch Herabschieben der Büchse die Räder o und i in Eingriff kommen. Gewöhnlich läßt man zu Anfang des Einmaischens die Maschine langsam gehen, nachher aber, wenn die Masse erst etwas durcharbeitet und aufgeweicht ist, schnell. —

Die Einrichtung des Braukessels hängt natürlich von dem Zweck des

Digitized by Google

Würzekochens ab, der, wie oben gezeigt, nicht allein darin besteht, die Würze durch Abdampfen zu konzentriren, sondern auch das Eiweiß zu koaguliren und die löslichen Bestandtheile des Hopfens auszuziehen, was in einem tieferen mehr verschlossenen Kessel besser von Statten geht, als in einer flachen Pfanne. Außerdem hat ein tieferer Kessel noch den Vortheil, daß er mehr überall mit Mauerwerk umgeben werden kann, und sich daher länger warm hält, so wie endlich auch den, daß man die, aus der kochenden Flüssigkeit sich entwickelnden Dämpfe noch nutzbar machen, und namentlich hier zum Vorwärmen von Maischwasser oder Würze verwenden kann, während das Kochen in einer großen offnen Pfanne eine Masse von Dämpfen erzeugt, die nicht nur Wärmerverlust verursachen, sondern auch die Anlage eines besonderen Brietenfanges nöthig machen, oder ohne einen solchen einen sehr lästigen Qualm in der Brauerei verbreiten.

Fig. 146 und 147 zeigen die Einrichtung eines Londoner Braukessels;



die erstere ist ein vertikaler Durchschnitt, die letztere ein horizontaler Durchschnitt der Feuerung. Der Kessel a hat eine fast kugelförmige Gestalt mit Ausnahme des Bodens, der konkav ist, und ist an seinem oberen Ende mit einem zylindrischen Hals c versehen, der zur Aufnahme und Fortleitung des Dampfes dient. Der Boden nebst dem unteren Theil der Seitenwände sind größtentheils frei und nur soweit eingemauert, daß die Flamme, nachdem sie unter dem Boden fortgegangen, links bei s aufsteigt, sich hier in zwei Feuerkanäle theilt, und so zu beiden Seiten des Kessels zurückkehrt, um endlich in den Schornstein zu gelangen. Der mittlere Theil des Kessels ist ganz fest eingemauert, der obere Theil aber mit einer offenen Pfanne bb umgeben, die, wie schon früher erwähnt, als Vorwärmer dient. Der sich im Kessel entwickelnde Dampf wird durch die von dem Halse c auslaufenden, schräg abwärts

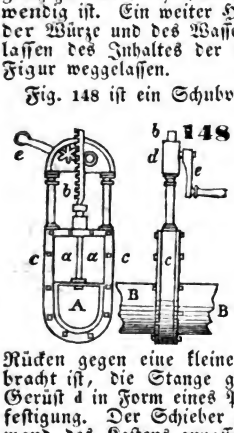
Digitized by Google

geneigten Röhren d, d in die, in der Pfanne befindliche Flüssigkeit herabgeleitet, um sie so zu erhitzen, oder, falls dieses nicht beabsichtigt wird, durch die Röhre l in den Schornstein gelassen.

Um das Ansetzen und Anbrennen des Hopfens zu verhüten, ist eine Rührvorrichtung in dem Kessel angebracht, die aus einer vertikalen, am unteren Ende mit einem Bügel und daran hängenden Ketten versehenen Stange besteht, welche oben durch eine Stopfbüchse im Halse des Kessels dampfdicht hindurch geht, und, wie die Figur zeigt, mittelst einer Kurbel h, deren Trieb in das Rad g eingreift, gedreht werden kann, wobei die Ketten auf dem Kesselboden fortgeschleift werden, und ihn reinigen. Der ganze Rührapparat hängt an einer Kette i, die über zwei Rollen läuft, und an der Rolle k festsitzt, wodurch man das Ganze nach Belieben senken oder heben kann. Die Querstangen f, f im unteren Theile des Kessels dienen der vertikalen Welle zur Führung.

Das Feuer brennt auf zwei neben einander liegenden Rosten o, o, die durch eine vertikale, bis unter den Kesselboden reichende Mauer n getrennt sind; gelangt durch die zwischen den gewölbten Schutzmauern u und den Feuerbrücken rr ausgesparten Oeffnungen unter den Kesselboden, tritt in die Rauchkanäle ss, die zu beiden Seiten des Kessels angebracht sind, und aus diesen endlich in den Schornstein m, der auf eisernen Säulen vv ruht. w sind kastenförmige Vertiefungen hinter dem Rost, in welche man die Schlacken, die nicht durch ihn hindurchfallen, hineinschiebt, um sie von Zeit zu Zeit durch den darunter befindlichen Schieber auszuleeren. Die Steinkohlen werden durch einen eisernen, nach unten etwas verjüngt zulaufenden Kasten, oder viereckigen Trichter p auf die Art aufgegeben, daß man diesen Kasten beständig mit Steinkohlen gefüllt erhält, die man in sein oberes Ende einfüllt, wenn durch Verbrennen der unteren Kohlen sich der Inhalt des Kastens gesenkt hat. Unmittelbar über diesem Kasten läßt man einen schmalen Raum zum Eindringen von frischer Luft frei, damit der Rauch, der sich aus den Steinkohlen zum Theil schon in dem Kasten entwickelt, zur Verbrennung gelangt. Zwei Register, das eine im unteren Ende des Schornsteins bei t, das andere in der Ausmündung des Rauchkanals, dienen dazu, den Zug der Feuerung nach Erforderniß zu mindern, oder auch ganz zu unterbrechen, was namentlich beim Ausleeren des Kessels nothwendig ist. Ein weiter Hahn nahe über dem Boden, der zum Ablassen der Würze und des Wassers dient, so wie ein anderer Hahn zum Einlassen des Inhaltes der offnen Pfanne bb in den Kessel, sind in der Figur weggelassen.

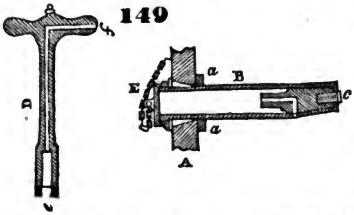
Fig. 148 ist ein Schubventil, dergleichen statt gewöhnlicher Hähne, in den Rohrleitungen angebracht sind, und den Vorzug vor jenen haben, nicht so schwer und plump zu sein, wie ein Hahn von verhältnißmäßiger Größe. B B ist die Röhre, deren Enden zu beiden Seiten mit Schrauben an den schmalen Kasten c, in welchen sich der Schieber A auf- und niederbewegt, angeschraubt sind. Die Stange a b, an welcher der Schieber fest sitzt, geht durch eine Stopfbüchse an der oberen Seite des Kastens, und ist oben gezahnt, so daß sie mittelst des kleinen Triebes und der Kurbel e auf und ab bewegt werden kann, wobei sie sich mit ihrem Rücken gegen eine kleine Rolle lehnt, die eben zu dem Zweck angebracht ist, die Stange gegen das Trieb anzudrücken. Ein zierliches Gerüst d in Form eines Portals dient diesen oberen Theilen zur Befestigung. Der Schieber muß natürlich sehr genau an die eine Seitenwand des Kastens anpassen, um so einen wasserdichten Verschluß der



Digitized by Google

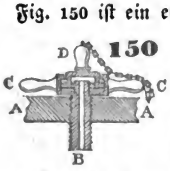
Röhre zu bilden, und ist zu dem Ende mit Federn versehen, die ihn beständig andrücken.

Fig. 149 ist ein kleiner Hahn von eigenthümlicher Konstruktion, der zum Ablassen von kleinen Bierproben aus den Lagerfässern dient. Er besteht aus einer zylindrischen, an dem einen Ende etwas konisch zulaufenden und hier verschlossenen Röhre B. In dieses konische Ende ist ein massiver Kegel eingeschmirgelt, der durch die Schraube c angezogen und gehalten wird. Dieser Kegel ist mit einer Bohrung



versehen, die einen Kanal von seinem hinteren Ende nach der Seitenfläche bildet, und hier mit einer Oeffnung in der Wand der äußeren Röhre zusammentrifft, so daß in dieser Lage des Kegels der Hahn geöffnet ist, und dem Biere einen Ausfluß durch die Bohrung gestattet, während, wenn der Kegel umgedreht wird, sich die Oeffnung schließt. Zum Drehen dieses Hahnes dient der Schlüssel D, der an dem Ende bei c eine vierseitige Höhlung enthält, die auf den vorspringenden viereckigen Theil des Kegels aufpaßt, und außerdem der Länge nach, so wie auch bei f durch die Hälfte des Handgriffes durchbohrt ist. Bringt man nun nach Abschraubung der Büchse E diesen Schlüssel ein, und öffnet damit den Hahn, so strömt das Bier durch die Bohrung des Schlüssels bei f aus. Der Hahn wird mittelst eines Randes aa von innen an die Wand A des Lagerfasses angeschraubt. Diese Hähne bieten bei großen Lagerfässern den Vortheil dar, daß sie nur sehr wenig über die äußere Fläche des Fasses vorspringen. Es ereignet sich nämlich bei so großen Fässern nicht ganz selten, daß einzelne Bänder springen, und mit großer Gewalt herabfallen, wobei denn ein gewöhnlicher Hahn leicht zertrümmert wird. Tritt ein solcher Unglücksfall bei Nacht ein, so kann das Faß ganz auslaufen, ein augenscheinlich sehr wesentlicher Grund gegen die Anwendung gewöhnlicher Hähne, bei sehr hohen stehenden Fässern.

Fig. 150 ist ein eigenthümliches Ventil, um beim Abziehen von Bier aus den Fässern, der Luft einen Zutritt zu gestatten, ohne welchen aus bekannten Gründen kein Ausfluß Statt finden würde.



Der Apparat besteht aus einer, der Länge nach durchbohrten Schraube B, die an ihrem oberen Ende mit einem großen Kopf und zwei daran sitzenden Handgriffen c c versehen ist, um sie in den oberen Faßboden A A einzuschrauben. In die obere Fläche des Kopfes ist eine kreisförmige tiefe Rinne eingedreht, welche mit Wasser gefüllt, und in die der Rand der Kapsel D. gesetzt wird; wo dann das Wasser eine luftdichte Liederung abgibt. Wenn nun beim Abziehen von Bier aus dem Fasse der innere Druck in etwas vermindert wird, so dringt die äußere Luft in Gestalt von Blasen durch das Wasser der Rinne ein, während sonst der Luftzutritt völlig abgeschnitten ist*).

*) Da ein solches Wasserventil auch einem überwiegenden inneren Luftdrucke keinen erheblichen Widerstand entgegensetzt, so ist klar, daß es die, sich bei der Nachgährung entwickelnde Kohlensäure leicht entweichen läßt, und daher keine starke Anschwängerung des Bieres mit Kohlensäure zuläßt, mithin für manche Biere nicht zweckmäßig sein würde.
(Die Beard.)

Ein beim Biere wohl vorkommender Fehler ist die Schleimigkeit. Das beste Mittel, diesem abzuhelfen, besteht nach Black darin, das Bier in einen Bottig mit doppeltem Boden zu bringen, und auf das engl. Faß 4 oder 5 Pfund Hopfen, wie er vom ersten Würzekochen überbleibt, nebst ½ Pfund Senfsamen zuzugeben, alles gehörig durchzurühren, und nach einigen Monaten abzuziehen.

Ueber die Theorie der Gährung und die Einrichtung der Kühlvorrichtungen zum Kühlen der Würze sehe man: Gährung und Abkühlung.

Bimsstein. (Pumice stone, pierre ponce.) Ein Mineral von sehr poröser schaumiger Beschaffenheit, aus seidenglänzenden, theils parallel, theils verwirrt durch einander laufenden sehr spröden Fasern bestehend. Das spezifische Gewicht ist durchschnittlich 0,914, daher er auch auf dem Wasser schwimmt; er fühlt sich sehr rauh und scharf an, und besitzt ungeachtet seiner Sprödigkeit hinlängliche Härte, um in Glas und die meisten Metalle zu ritzen. Die Farbe ist gewöhnlich hellgrau, zuweilen jedoch auch bläulich, grünlich, röthlich oder bräunlich.

Vor dem Löthrohr schmilzt er ohne Flußmittel zu einem weißen Email: und besteht nach Klaproth in 100 Theilen aus 77,5 Kieselerde, 17,5 Thonerde, 2 Eisenoxyd, und 3 Kali und Natron. Von Säuren wird er nicht angegriffen.

Der Bimsstein ist ein sehr schätzbares, und sehr allgemein gebräuchliches Polir- oder Schleifmittel für Elfenbein, Holz, Marmor, Metalle, Glas, Leder, Pergament, Pappe u. a. Materiale; wobei man ihn entweder als Pulver, oder auch in ganzen Stücken anwendet.

Er ist unzweifelhaft ein vulkanisches Produkt, und scheint nichts anderes, als der Schaum von geschmolzenem Obsidian zu sein. Die Hauptfundorte sind die Liparischen Inseln Ponza, Ischia und Vulcano; ferner die Gegend um Andernach am Rhein, Teneriffa, Island, die Auvergne u. a. Hie und da ist er so ausgezeichnet porös, daß sein spez. Gew. nur 0,37 beträgt.

Bister. (Bistre.) Mit diesem Namen bezeichnet man eine braune Malerfarbe, die, wie Tusche, in der Wassermalerei benutzt, und aus Holzruß, am besten dem von Buchenholz, bereitet wird. Man sammelt zu dem Ende die kompaktesten und gleichförmigsten Stücke von Glanzruß aus dem Schornstein, pulverisirt und siebt ihn durch ein seidenes Sieb. Auf dieses Pulver gießt man reines Wasser, rührt es mit einem Glasstäbchen anhaltend durch, läßt es zum Absetzen des Pulvers stehen, gibt das über dem Bodensatze stehende Wasser ab, und wiederholt dieses Auswaschen noch ein oder zwei Male, bis alle löslichen Theile, besonders die in dem Ruße enthaltenen Salze entfernt sind, und sondert nun das Gröbere von dem Feineren durch Schlämmen. Zu dem Ende bringt man die ausgewaschene Masse in ein hohes Zylinderglas, füllt es mit Wasser und rührt Alles recht genau durcheinander, läßt es nun wenige Minuten stehen, während welcher Zeit sich die groberen Theilchen absetzen, und schüttet die überstehende Flüssigkeit in ein anderes Zylinderglas, in welchem man sie wieder einige Zeit in Ruhe läßt, dann abermals abgießt und so noch ein oder zwei Male fort. Man erhält so mehrere Sorten von verschiedener Feinheit, deren letzte natürlich den besten Bister liefert. Der erste und zweite Absatz ist jedoch nicht brauchbar. Die späteren werden jeder für sich auf einem Filtrum gesammelt, mit der erforderlichen geringen Menge von Gummiwasser angemacht, in Formen zu Täfelchen geformt, und getrocknet.

Der Bister wird in der Oelmalerei nicht gebraucht, und dient nur in der Wassermalerei zu braunen Farben.

Bittererde, Talkerde. (Magnesia, magnésie.) Eine der sechs gegenwärtig bekannten Erden. Sie wurde früher, wie die übrigen Erden, für einfach gehalten, und erst den berühmten Versuchen H. Davy's

Digitized by Google

war es vorbehalten, auch die Zusammensetzung der Bittererde aus einem Metalle (welches er Magnesium nannte) und Sauerstoff nachzuweisen.

Die reine Bittererde erscheint in Gestalt eines zarten, leichten weißen Pulvers ohne Geschmack und Geruch, und bedarf zu ihrer Auflösung 5150 Theile kalten, und nicht weniger als 36000 Theile kochenden Wassers. Das spez. Gewicht ist = 2,3. Sie ist äußerst schwer schmelzbar und kommt nur vor dem Knallgasgebläse in Fluß. Da sie im Wasser nicht völlig unlöslich ist, so zeigt sie auch eine schwach alkalische Reaktion, sie stellt die blaue Farbe der gerötheten Lakmustinktur wieder her, und ändert die violette Farbe der Infusion von rothem Kohl in hellgrün um. Auch zieht sie beim Liegen an freier Luft Kohlensäure an, obwohl weit langsamer als Kalk.

Die Bittererde besteht in 100 Theilen aus 61,30 Magnesium und 38,70 Sauerstoff; ihr Mischungsgewicht ist (158,353 + 100) = 258,353.

Sie geht in die Mischung sehr vieler Mineralkörper ein, und spielt daher unter den Bestandtheilen der gewöhnlicheren Mineralien eine sehr wichtige Rolle, auch kommt sie, blos mit Kohlensäure und Wasser verbunden, als Magnesit, und in Verbindung mit Wasser als natürliches Bittererdehydrat oder Brucit vor. Nie aber ist sie bis jetzt im reinen isolirten Zustande im Mineralreich angetroffen, und ist daher nur im künstlich dargestellten Zustande bekannt. Man kann sie durch Fällung irgend eines auflöslichen Bittererdesalzes, z. B. der schwefelsauren Bittererde durch ätzendes Kali darstellen, weit bequemer und sicherer aber ist ihre Bereitung durch Glühen der kohlensauren Bittererde oder magnesia alba.

Die Anwendung der reinen Bittererde ist sehr beschränkt; außer in der Medizin und zu chemischen Versuchen, z. B. bei der Darstellung der Pflanzenalkaloide, wird sie in der Technik wohl nur bei der Reinigung feiner Oele behuf der Firnißbereitung gebraucht.

Unter den Bittersalzen sind besonders zwei, das schwefelsaure, oder das Bitter- oder Epsomer-Salz und das kohlensaure, die Magnesia alba, von Wichtigkeit.

Diese letztere wird durch Fällung von Bittersalz oder auch der Mutterlauge von der Bereitung des Kochsalzes durch kohlensaures Natron dargestellt, und besonders in der Medizin sehr viel gebraucht; auch ist sie von E. Davy als Zusatz beim Brodbacken aus verdorbenem Mehl empfohlen, um dem Sauerwerden desselben zu begegnen. Ueber die schwefelsaure Bittererde sehe man den Artikel „Bittersalz."

Bitterkalk. (Magnesian limestone, Dolomite.) Ein Doppelsalz aus gleichen Atomen kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Bittererde; in 100 Theilen also aus 55 des ersteren und 45 der letzteren bestehend. Es kommt im Mineralreich theils krystallisirt und von spathigem Gefüge vor, und wird dann Bitterspath genannt, theils dicht oder körnig, wo es dann den Namen Dolomit führt. Der Bitterspath hat ein spez. Gewicht = 2,86, ritzt den Kalkspath und unterscheidet sich von diesem letzteren, dem er im Allgemeinen ziemlich nahe steht, dadurch, daß er, nach dem Brennen der freien Luft ausgesetzt, nicht, wie jener, zu Pulver zerfällt.

Der dichte Bitterkalk oder Dolomit hat eine gelblich braune, rahmgelbe oder gelblich graue Farbe und ist ziemlich spröde. In verdünnter Salzsäure löst er sich unter schwachem Aufbrausen langsam auf. Sein spez. Gewicht ist = 2,6 bis 2,7.

Der Dolomit kommt als Gestein in ganzen, sehr bedeutenden Gebirgsmassen vor, so namentlich auch in England, wo er sich in einer zusammenhängenden Hügelreihe von Sunderland an der nordöstlichen Küste bis nach Nottingham forterstreckt. Die Mächtigkeit der Lager ist hier verschieden, soll aber in Osten des Kohlenfeldes von Derbyshire, in der Nähe der südlichen Begrenzung des Dolomitlagers, an 300 Fuß betragen. An dem westlichen Abhange der Berge von Cumberland kommt Dolomit auf den Steinkohlenflötzen bei Whitehaven aufgelagert vor. Er

Digitized by Google

bietet häufig eine ausgezeichnete Schichtung dar, indem die einzelnen Schichten gewöhnlich nicht dicker sind, als ein Backstein.

Man hat Versuche mit gebranntem Dolomit zum Düngen gemacht, die jedoch im Allgemeinen ungünstig ausgefallen sind; er scheint der Vegetation eher schädlich als zuträglich zu sein, wenn er in derselben Menge wie sonst gebrannter Kalk, als Dünger verwandt wird. In sehr geringer Menge auf das Land gebracht, scheint er auf die Erhöhung der Fruchtbarkeit günstig einzuwirken. Nach Verlauf von zwei Jahren verliert sich übrigens die nachtheilige Einwirkung, selbst wenn er in bedeutender Menge angewendet wurde. Tennant und H. Davy haben ihn sogar einen Sterilizer (Unfruchtbarmacher) genannt. Nichts destoweniger bringen die Bauern von Fifeshire jährlich große Quantitäten desselben von Sunderland nach Schottland, und gebrauchen ihn lieber als andern Kalk zum Düngen.

An vielen Orten dient der Dolomit als Baustein; so ist unter Anderen das prachtvollste Moument im gothischen Styl, der Münster in York, aus Dolomit erbaut.

Bittersalz. (Epsom salt, Sel amer.) Die schwefelsaure Bittererde findet sich zwar hie und da in kleinen Mengen als salzige Auswitterung, kommt aber hauptsächlich in Wasser aufgelöst vor, und bildet so die Bitterwasser (nach ihrem salzig bittern Geschmack so genannt), die in mehreren Gegenden, besonders in Epsom, dann aber auch in Saidschütz, Sedlitz und Püllna in Böhmen zur Darstellung von Bittersalz verwandt werden. In geringer Menge ist es auch im Meerwasser, und den meisten Salzsoolen enthalten. Das Epsomer Bitterwasser gab zuerst zur Entdeckung des Bittersalzes die Veranlassung, daher denn auch die Benennung Epsomer Salz. Man stellt es aus den Bitterwassern durch Eindampfen derselben und Krystallisiren dar, gewinnt jedoch gegenwärtig das meiste Bittersalz auf anderen noch wohlfeileren Wegen, so z. B. aus der Mutterlauge vom Salzsieden. Die Bitterlauge der Schottischen Seesalzsiedereien besteht größtentheils aus Chlormagnesium (salzsaurer Bittererde), etwas schwefelsaurer Bittererde und Kochsalz. Setzt man zu dieser Lösung genau soviel schwefelsaures Natron, wie nach angestellten Probeversuchen zur Zersetzung des Chlormagnesiums erforderlich ist, und dampft nun bei einer Temperatur von 50° C langsam ein, so scheidet sich Kochsalz, durch die gegenseitige Zersetzung des Chlormagnesiums und des schwefelsauren Natrons entstanden, in Form von würfelförmigen Krystallen ab, während schwefelsaure Bittererde in der Flüssigkeit gelöst bleibt, und nachher durch weiteres Abdampfen und Abkühlen, in regelmäßigen vierseitigen Prismen mit vierseitiger Zuspitzung anschießt. Eine andere Methode, um aus der Bitterlauge Bittersalz zu gewinnen, könnte darin bestehen, daß man in einer Retorte die Bitterlauge mit einer entsprechenden Menge Schwefelsäure vermischte, und nun die freigewordene Salzsäure abdestillirte, die man, wie in dem Artikel „Schwefelsäure" nachzusehen ist, kondensiren müßte. Die von dieser Destillation rückständige, aus schwefelsaurer Bittererde, schwefelsaurem Natron und etwas schwefelsaurem Kalk bestehende Salzmasse hätte man nur noch in wenig heißem Wasser zu lösen, zu filtriren und das Bittersalz anschießen zu lassen.

Ein sehr bequemes und bei dem jetzigen niedrigen Preise der Schwefelsäure ökonomisches Verfahren besteht in der Darstellung des Bittersalzes aus Dolomit oder Bitterkalk. (M. s. den vorigen Artikel.) Wenn man nämlich pulverisirten Dolomit mit mäßig verdünnter Schwefelsäure behandelt, so entsteht schwefelsaurer Kalk und schwefelsaure Bittererde, welche durch Auswaschen mit Wasser, wobei der schwefelsaure Kalk größtentheils ungelöst zurückbleibt, leicht getrennt werden können. Da hiebei die Hälfte der Schwefelsäure sich mit Kalk verbindet, und also verloren geht, so kann man nach Ure den Prozeß dahin abändern, daß man den Dolomit mit der Hälfte der zu seiner vollständigen Auflösung erforderlichen Menge

Digitized by Google

Salzsäure digerirt, wobei sich, wie Ure angibt, nur Kalk lösen, die Bittererde aber ungelöst zurückbleiben soll, die man nach Beseitigung des Chlorkalziums in Schwefelsäure auflöst und zur Krystallisation abdampft. Natürlich kann diese Darstellungsmethode nur da eine Anwendung finden, wo, wie namentlich in den Sodafabriken, Salzsäure in großer Menge als Nebenprodukt gewonnen wird, und daher fast umsonst zu erlangen ist.

Das Bittersalz erscheint gewöhnlich in Form von nadelförmigen prismatischen Krystallen, von sehr bitterem Geschmack. Es ist im Wasser sehr löslich, und bedarf zu seiner Lösung nur 4 Theile eiskaltes Wasser. Von 15° warmem Wasser sind nur 3, und von 93° heißem Wasser gar nur 1,4 Theile erforderlich; bei noch höheren Hitzgraden bleibt es in seinem eigenen Krystallisationswasser gelöst. An trockner Luft, zumal wenn es frei von Kochsalz ist, verwittert es unvollkommen. Es besteht in 100 Theilen aus 16,7 Bittererde, 32,4 Schwefelsäure und 50,9 Wasser.

Bitumen s. Asphalt.

Blattgold s. Gold.

Blattsilber s. Silber.

Blauer Vitriol s. Kupfervitriol.

Blaue Farben. (Blue pigments, couleurs bleues.) Unter den verschiedenen blauen metallischen Verbindungen, die insbesondere das Eisen, Kupfer, Kobalt und Molybdän liefern, sind mehrere, die so gut wie gar keine technische Anwendung finden, so z. B. das blaue Molybdänoxyd, das schwefelsaure Kupferoxyd-Ammoniak, verschiedene Vanadverbindungen und mehrere andere. Einige dagegen werden in sehr großer Ausdehnung, andere minder häufig als blaue Farben benutzt, besonders das Berlinerblau, das Bergblau, das Bremergrün (Kupferoxydhydrat durch Zersetzung von basischem Chlorkupfer durch ätzendes Kali gebildet), das Kalkblau (ebenfalls Kupferoxydhydrat, durch Zersetzung von Chlorkupfer durch Kalkmilch erhalten), Eisenblau (phosphorsaures Eisenoxyd-oxydul), das Kobaltblau (durch Glühen von Kobaltsalzen mit Thonerde oder Zinnoxyd), die Smalte (durch Kobalt gefärbtes und fein pulverisirtes Glas), das Kohlenblau (eine tief dunkelblaue Farbe, die durch Zusammenreiben von verkohlten Weintrestern mit einer gleichen Gewichtsmenge Kali, und Glühen in einem Tiegel, Auflösen der geglühten Masse in Wasser und Neutralisation des Alkali mit Schwefelsäure, Abfiltriren des Niederschlages und Glühen desselben bereitet wird.) Das Molybdänblau, durch Fällung eines molybdänsauren Alkali mit Zinnchlorür, oder durch Zusammenbringen von Zinn, Molybdänsäure, Wasser und ein wenig Salzsäure gebildet, wird in einzelnen Fällen als Malerfarbe und zum blauen Email gebraucht. Eine andere blaue Molybdänfarbe entsteht, wenn man in eine Auflösung von Molybdänsäure (durch Digestion von Schwefelmolybdän mit Salpetersäure bereitet) Zinnfeilspäne und wenig Salzsäure bringt, die so erhaltene Auflösung von blauem Molybdänoxyd oder molybdänichter Säure abdampft und mit frisch gefällter Thonerde mischt und glüht.

Eine der schönsten blauen Mineralfarben ist noch das Ultramarin, welches in einem eigenen Artikel abgehandelt wird.

Unter den blauen organischen Pigmenten werden besonders der Indig und das Lakmus als Farben gebraucht.

Blaufärben. Die hiezu dienenden Materialien sind Indig, Blauholz, Berlinerblau, Heidelbeeren, Fliederbeeren, Maulbeeren, Liguster-beeren und verschiedene andere Beeren, deren Saft durch Zusatz von etwas Alkali oder durch Kupfersalze gebläuet wird. Die Färberei mit Indig ist in dem Artikel „Indig" nachzusehen; über das Berlinerblaufärben der Artikel „Kattundruckerei."

Mit Blauholz färbt man das so genannte Holzblau besonders auf Wolle, seltener auf Baumwolle und Leinen. Man gebraucht dabei als

Digitized by Google

Beize zur Vorbereitung des Stoffes essigsaures oder schwefelsaures Kupferoxyd, oft mit einem Zusatze von Alaun, und färbt in einem Absude von Blauholz aus, dem man zuweilen auch etwas Kupfervitriol zusetzt. Oft wird das Holzblau auf einen mit Indig vorgefärbten Grund aufgesetzt, um mit Ersparung eines Theiles des theuren Indigs gesättigtere Schattirungen von Blau zu erhalten, die aber, weil das Holzblau durch Säuren roth wird, nicht echt sind.

Um mit den obengenannten Beeren blau zu färben, kocht man etwa 1 Pfund derselben in Wasser, setzt 2 Loth Alaun, 2 Loth grünen und ebensoviel blauen Vitriol, oder statt derselben eine gleiche Menge Grünspan und Weinstein, hinzu, und nimmt die Zeuge darin herum, bis sie die verlangte Färbung angenommen haben. Wendet man allein Eisenvitriol an, so entsteht eine stahlblaue Färbung; Zinnsalz dagegen bewirkt einen Stich ins Violette. Die Ligusterbeeren, die als Saftfarbe zum Illuminiren der Landcharten gebraucht werden, sind wahrscheinlich auch in der Seidenfärberei mit Vortheil anzuwenden. Zu eben diesem Zwecke hat man kürzlich die Beeren des afrikanischen Nachtschattens (**solanum guineense**) auf dem Kontinent in Anwendung gebracht, und verschiedene blaue, violette, rothe, braune und andere Farbetöne, besonders aber violette Farben, damit erzielt. Diese Beeren verhalten sich gegen Alkalien und Säuren ganz so wie Heidelbeeren, die ersteren färben sie grün, die letzteren roth. Sie kommen gewöhnlich von Italien in Form zusammengepreßter trockner Kuchen, und müssen beim Gebrauch mit heißem Wasser infundirt werden. Diese Infusion filtrirt man, und verwendet sie warm, aber ohne allen Zusatz von Metallsalzen, zum Färben der Seide, die man 6 Stunden lang darin herumhaspelt, um sie soviel wie möglich mit Farbe zu imprägniren, nachher in fließendem Wasser spült und trocknet. Ein Pfund Seide erfordert ein und ein halbes Pfund trockenen Kuchen. Das von der ersten Färbung überbleibende Bad kann noch zu anderen blauen Farbetönen benutzt werden. Mitunter passirt man die gefärbte Seide zuletzt noch durch ein ganz schwaches Alaunbad.

Eine, in der Haltbarkeit dem Indig nahe kommende Farbe, die sich jedoch durch ihre Löslichkeit in Alkalien von ihm unterscheidet, auch nicht, wie der Indig, einer Desoxydation fähig ist, ist die **Gardenia genipa** und **aculeata**, von Süd-Amerika, deren farbloser Saft an der Luft dunkelblau wird, und Zeug, die Haut und die Fingernägel tief blau färbt vorausgesetzt, daß er im klaren, ungefärbten Zustande damit in Berührung kommt.

Blauholz. (**Logwood, Bois de Campêche.**) Das Holz des ursprünglich im mittleren Amerika einheimischen, seit 1715 aber auch auf Jamaica angepflanzten Baumes **Haematoxylon Campechianum.** Es wurde zuerst unter der Regierung der Königin Elisabeth in England als Farbematerial eingeführt, da aber die Färber jener Zeit die richtige Behandlung nicht kannten, und nur eine sehr unechte Farbe damit herzustellen vermochten, so wurde nicht nur der Gebrauch desselben bei schwerer Strafe verboten, sondern ein Gesetz vom 23. Jahre der Regierung Elisabethens bestimmte sogar, daß alles Blauholz, das in England angetroffen werden würde, verbrannt werden sollte. Ein ganz gleiches Vorurtheil herrschte gegen den Indig, der mit denselben scharfen Verordnungen verfolgt wurde. Endlich nach tausend abgeschmackten Verboten wurde die Einfuhr und der Gebrauch dieser so wichtigen Farbemateriale, mit denen fast alles Schwarz und Blau gefärbt wird, wieder freigegeben.

Das Blauholz ist hart, von sehr feiner dichter Struktur, einem süßlich zusammenziehenden Geschmack, und eigenthümlichem, nicht unangenehmen Geruch. Im Wasser sinkt es unter. Ueber die chemische Zu-

Digitized by Google

sammensetzung, namentlich den darin enthaltenen Farbestoff findet man das Nähere im Artikel „Hämatin.“

Das Blauholz ist ungemein dauerhaft, und hält sich sehr lange an freier Luft, nur verliert es, wenn es im geraspelten oder gemahlenen Zustande lange Zeit der Luft exponirt wird, einen Theil seiner färbenden Kraft. Frisches Blauholzdekokt gibt mit Gallerte keinen Niederschlag, wohl aber, wenn es längere Zeit der Luft ausgesetzt worden ist, und Sauerstoff aufgenommen hat. Das trockene Blauholzextrakt, welches als Handelsartikel vorkommt, und sich bei der Abdampfung theilweise oxydirt hat, gibt weit weniger haltbare Farben als ein frisch bereitetes Dekokt.

Das Holz von alten Bäumen mit schwarzer Rinde und nur wenig weißem Splint wird am meisten geschätzt. Ueber das Färben mit Blauholz sehe man die Artikel Blaufärben, Braunfärben, Färberei, Hutmacherei, Kattundruckerei, Schwarzfärben.

Die Einfuhr von Blauholz zum inländischen Konsum betrug in England im Jahre 1836—12880 Tons 13 Zentner; 1837—14677 Tons 13 Ztr.; und brachte im Jahre 1836 an Eingangsteuer 2480 Lstr., im Jahre 1837—2552 Lstr. auf.

Blechfabrikation. — In Gestalt mehr oder weniger dicker Platten, welche man Blech nennt, kommen alle dehnbaren Metalle und Metallmischungen, welche eine technische Benutzung zulassen, zur Anwendung. Die Verfertigung aller Blechgattungen beruht wesentlich auf denselben Grundsätzen, und die Abänderungen des Verfahrens, welche durch die eigenthümliche Beschaffenheit einzelner Metalle nöthig werden, sind zum Theile nicht von großer Bedeutung.

Die Mittel zur Darstellung des Blechs zerfallen wesentlich in folgende Abtheilungen: 1) Vorrichtungen und Methoden zur Vorbereitung der Metalle; 2) Maschinen zur Verfertigung des Blechs selbst; 3) Apparate zum Glühen; 4) Verfahrungsarten zur Vollendung und Verschönerung des Bleches.

1) Die Gestalt, in welcher die Metalle zur Verfertigung des Bleches angewendet werden, ist die von breiten Stäben und von dicken Platten. Ersteres ist namentlich bei Eisen und Stahl der Fall, aus welchen man die Stäbe in ¼ bis 1 Zoll Dicke und z. B. 3 Zoll Breite unter dem Stabwalzwerke (s. den Artikel Eisen) herstellt, und dann unter einer mächtigen Schere in Stücke zerschneidet, oder mit einem Meißel abhaut. Aus Kupfer, Messing, Tombak, Argentan, Zink, Zinn, Blei, Gold und Silber gießt man Platten von verschiedener Dicke und Größe, wozu man, nach Beschaffenheit der Umstände, Formen von Sand, Stein oder Eisen gebraucht. In gewissen Fällen werden diese Platten, — die man, wenn sie groß sind, nach Erforderniß mit der Schere zertheilt, — unter einem großen, vom Wasser getriebenen Hammer vorgeschmiedet und ausgebreitet.

2) Die Verfertigung des Bleches geschah ehemals größtentheils durch Schmieden mit Hämmern von mehreren Zentnern am Gewichte, welche durch Wasserkraft in Bewegung gesetzt wurden. Solches Blech hieß geschlagenes Blech. Gegenwärtig wendet man fast ohne Ausnahme Walzwerke an, welche aus zwei starken, sehr glatt und genau abgedrehten, überdieß noch mit Schmirgel abgeschliffenen Zylindern bestehen. Diese Zylinder macht man von Gußeisen, nach Erforderniß von 1 Fuß bis zu 6 Fuß lang, und von 3 Zoll bis zu 30 Zoll dick. Sie werden in ein gußeisernes Gestell (Walzgerüst) horizontal, eine über der andern, eingelegt, und durch Wasser- oder Dampfkraft um ihre Achse gedreht. Durch Schrauben wird vor jedem neuen Durchgange des Metalls die Oberwalze etwas tiefer herabgestellt, um das Metall allmälig dünner zu strecken. So lange die auszuwalzenden Platten noch dick sind, bringt man sie einzeln zwischen die Walzen; späterhin legt man mehrere auf einander. Die Abbildung eines Blechwalzwerkes kommt im Artikel Eisen

Digitized by Google

vor. Das gewalzte Blech hat vor dem geschlagenen vielfache Vorzüge. Seine Erzeugung geht schneller von Statten; es fällt glätter und von gleichmäßigerer Dicke aus, und eignet sich daher zu allen Anwendungen besser.

3) Glühvorrichtungen sind in mehr als einer Hinsicht bei der Blechfabrikation erforderlich. Die härtesten Metalle, namentlich Eisen und Stahl, müssen während der ganzen Fabrikation im glühenden Zustande behandelt werden. Auch beim Walzen des Kupfers wendet man oft dieses Verfahren an. Messing, Tombak und Argentan sind in der Glühhitze weniger dehnbar als bei gewöhnlicher Temperatur, und müssen daher kalt unter die Walzen kommen; werden aber von Zeit zu Zeit ausgeglüht, um ihnen die durch das Walzen entstehende Härte und Sprödigkeit zu nehmen. Zuweilen wird das Kupfer ebenfalls nach dieser Methode bearbeitet, und regelmäßig ist dieß auch mit Gold und Silber der Fall. Zink, Zinn und Blei können, ihrer Leichtschmelzbarkeit wegen, nicht der Glühhitze ausgesetzt werden; man bearbeitet sie daher gänzlich kalt, oder wärmt das Zink bis zu ungefähr 125 C° (bei welcher Temperatur es die größte Dehnbarkeit besitzt), das Zinn, so lange es noch in dicken Platten ist, bis zu 40 oder 50° C an. — Man bedient sich auf den Blechhütten theils offener Glühheerde; theils einfacher Zugöfen mit einem Roste, worin die Stäbe, Platten und Bleche geradezu auf das Brennmaterial gelegt werden; theils der Flammöfen, in welchen das Metall auf einem gemauerten Glühheerde eingesetzt und durch die aus einem anstoßenden Feuerheerde darüber hinstreichende Flamme erhitzt wird.

4) Die letzte Zurichtung des Bleches besteht oft nur in dem Beschneiden der Tafeln mit einer Schere, um ihnen gerade Kanten und die vorschriftmäßige Gestalt und Größe zu geben. Messing- und Tombakbleche werden sehr oft, um ihnen die vom Glühen herrührende schwarze Oxydkruste zu nehmen, mit verdünnter Schwefelsäure abgebeizt, und — wenn sie Glanz erhalten sollen — mit stählernen messerartigen Klingen abgeschabt. Sehr dünne Bleche von Messing und Argentan, welche eine große Steifigkeit erlangen müssen, schlägt man nach dem Abbeizen zu 20 und mehreren Tafeln aufeinander liegend, unter einem von Wasser in Bewegung gesetzten Hammer. Auf diese Art entsteht aus Messing das Rauschgold, aus Argentan das Rauschsilber. (Vergl. übrigens die Artikel Eisen, Messing.)

Blei (Lead, Plomb). Unter allen Metallen eins der am längsten bekannten, da schon in den Büchern Mosis davon die Rede ist. Es hat eine graue, etwas ins Bläuliche spielende Farbe und auf frischen Schnittflächen starken Metallglanz, läuft aber an der Luft bald an und gewinnt dadurch ein mehr oder weniger weißlich graues mattes Ansehen. Das Gefüge ist dicht, ohne die geringste Anlage zur blätterigen Struktur; dabei ist das Blei sehr duktil und hämmerbar, ungemein weich, so daß es sich mit dem Messer leicht schneiden läßt, und fast ganz unelastisch. Das spez. Gew. ist bei gewöhnlichem Blei = 11,352, das des ganz reinen Bleies dagegen 11,38 bis 11,44. Es schmilzt nach Crighton bei 322°, nach Kupffer bei 334° C. und krystallisirt beim Erkalten in Oktaedern, die auf solche Art in einander gewachsen sind, daß das Ganze das Ansehen eines Aggregates vierseitiger Pyramiden gewinnt.

Das Blei bildet vier verschiedene Oxydationsstufen: 1) Das Suboxyd, von grauer Farbe, welches den feinen Ueberzug bildet, der auf der Oberfläche des Bleies entsteht, wenn es einige Zeit der Luft exponirt ist. Es entsteht auch beim Glühen von kleesaurem Blei in einer Retorte, wobei es in Form eines dunkelgrauen Pulvers zurückbleibt. 2) Das Oxyd entsteht auf mehrerlei Art, besonders leicht erhält man es, wenn man geschmolzenes und bis zum schwachen Glühen erhitztes Blei dem freien Luftzutritt aussetzt, oder auch durch Glühen von salpetersaurem Blei, wobei die Salpetersäure zersetzt und ausgetrieben wird. Es hat eine

Digitized by Google

blaßgelbe, etwas ins Röthliche spielende Farbe, und wurde früher als Malerfarbe benutzt, was jetzt, nachdem andere Bleiverbindungen von weit lebhafterer gelber Farbe, wie namentlich das Chromgelb und das Kasseler Gelb bekannt geworden sind, nicht mehr der Fall ist. Geschmolzen und wieder erstarrt bildet es eine ziemlich lockere, schuppig blätterige Masse von rothgelber Farbe, die Bleiglätte, die, so wie sie im Handel vorkommt, fast immer mit geringen Mengen fremder Metalle als Eisen, Kupfer, zuweilen auch etwas Silber verunreinigt ist, gewöhnlich auch einen Antheil Kohlensäure enthält. Das Bleioxyd ist aus gleichen Atomen Blei und Sauerstoff zusammengesetzt, und besteht in 100 Theilen aus 92,83 Blei und 7,17 Sauerstoff. Das gelbe Oxyd ist die Basis in sämmtlichen Bleisalzen. 3) Das Bleisuperoxydul oder Sesquioxyd ist die so bekannte Mennige, von orangerother Farbe, und enthält 3 Atome Sauerstoff auf 2 Atome Blei, also in 100 Theilen 89,62 Blei gegen 10,38 Sauerstoff, oder genau um die Hälfte Sauerstoff mehr als das Oxyd. 4) Endlich das Superoxyd entsteht durch Behandlung der Mennige mit Chlorwasser, oder mit verdünnter Salpetersäure. Es hat eine dunkelbraune Farbe und verwandelt sich beim Erhitzen unter Entwicklung von Sauerstoffgas in gelbes Oxyd. Mit Schwefel stark zusammengerieben entzündet es ihn, findet übrigens, außer bei chemischen Versuchen, keine Anwendung.

Die Bleierze sind im Allgemeinen zweierlei Art. Einige, so namentlich die Schwefelverbindungen, haben vollkommenen Metallglanz und sind dabei völlig undurchsichtig, andere dagegen haben das Ansehen erdiger Fossilien, sind mehr oder weniger durchscheinend, glasglänzend oder auch matt, und von höchstens einem spezifischen Gewichte = 5. In Berührung mit Wasserstoffgas oder Schwefelalkalien färben sie sich äußerlich schwarz, und geben auf der Kohle mit Soda vor dem Löthrohr ein geschmeidiges Bleikorn, wobei die Kohle weiß beschlägt.

Ueber das Vorkommen oder Nichtvorkommen von gediegenem, metallischen Blei im Mineralreich haben bisher Zweifel obgewaltet. Es ist hier nicht der Ort, auf eine nähere Erörterung dieser Frage einzugehen, doch scheint es ausgemacht zu sein, daß gediegenes Blei, wenn auch als große Seltenheit, schon gefunden ist.

Die wichtigeren Bleierze sind folgende:

1) Bleiglanz. Schwefelblei. Besitzt vollkommenen Metallglanz, rein bleigraue Farbe, und blätterige Struktur. Er krystallisirt in Würfeln und anderen verwandten Formen, und läßt sich leicht nach den Richtungen der Würfelflächen spalten, kommt aber auch sehr häufig von körnigem Gefüge vor. Das spez. Gew. des reinen Bleiglanzes ist = 7,56.

Vor dem Löthrohr verbrennt der Schwefel allmählig, während ein Bleikorn zurück bleibt, und die Kohle mit gelbem Bleioxyde beschlägt. Es besteht aus gleichen Atomen Schwefel und Blei in 100 Theilen, also aus 86,55 Blei und 13,45 Schwefel.

In Derbyshire kommt Bleiglanz in Form dünner, spiegelglänzender Kluftausfüllungsmassen, den so genannten slickensides, vor, die die Eigenthümlichkeit besitzen, mit einem lauten Geräusch zu explodiren, wenn man in der Grube einen Ritz darin macht.

Der silberhaltige Bleiglanz kommt in seinen äußeren Eigenschaften mit dem reinen ganz überein; der Gehalt an Silber ist sehr verschieden, und steigt selbst auf $\frac{1}{4}$ des Ganzen. Sehr gewöhnlich übrigens enthält der silberhaltige Bleiglanz zugleich noch andere Metalle, wie Kupfer, Antimon u. a. Bei $\frac{1}{4}$ Prozent Silbergehalt wird der Bleiglanz noch als ein brauchbares Silbererz betrachtet, weil bei diesem Gehalt die Ausscheidung des Silbers noch mit ökonomischem Vortheil beschafft werden kann. So reiche silberhaltige Bleiglanze wie vorhin erwähnt, sind zuerst auf den Freiberger Gruben Himmelsfürst und Beschertglück vorgekommen, später aber auch auf dem Harz, in Mexico und an mehreren anderen Punkten gefunden.

Digitized by Google

Das Spießglanzblei, Bournonit, unterscheidet sich vom Bleiglanz durch einen Gehalt an Antimon, der sich vor dem Löthrohr durch weißen Antimonrauch und den charakteristischen weißen Antimonbeschlag auf der Kohle unterscheidet; er enthält fast jederzeit etwas Arsenik, und gibt daher auf der Kohle den bekannten knoblauchartigen Arsenikgeruch.

2) Weißbleierz, natürliches kohlensaures Bleioxyd. Kommt im reinsten Zustande in Form farbloser, durchsichtiger, gewöhnlich jedoch nur durchscheinender Krystalle von Demantglanz vor. Spez. Gew. = 6 bis 6,7. Es löst sich in verdünnter Salpetersäure unter Aufbrausen, wird durch Schwefelwasserstoff augenblicklich geschwärzt, und läßt sich auf der Kohle vor dem Löthrohr sehr leicht zu einem Bleikorn reduziren.

Das Weißbleierz von Leadhills besteht nach der Analyse von Klaproth in 98 Theilen aus 82 Bleioxyd und 16 Kohlensäure. Es ist ziemlich weich, ritzt kaum den Kalkspath, und hat muschligen Bruch. Klare Krystalle desselben zeigen doppelte Strahlenbrechung in ausgezeichnetem Grade, wenn man quer durch die Flächen des Prisma hindurchsieht.

3) Bleivitriol, schwefelsaures Bleioxyd. Steht in seinen äußeren Eigenschaften dem vorhergehenden sehr nahe; unterscheidet sich jedoch von ihm dadurch, daß er mit Säuren nicht braust, und durch Schwefelwasserstoff nicht so schnell geschwärzt wird. Vor dem Löthrohr dekrepitirt er zuerst, und schmilzt dann zu einer durchsichtigen Glasperle, die beim Erkalten unklar wird; bei fortgesetztem Blasen kann er auf der Kohle zu einem Bleidorn reduzirt werden. Nach Klaproths Analyse enthält der Bleivitriol von Anglesea in 100 Theilen 71 Oxyd, 25 Säure, 1 Eisenoxyd und 2 Wasser; der von Wanlockhead dagegen ist eisenfrei. Er kommt überhaupt ziemlich selten vor, gewöhnlich in rektangulär oktaedrischen Krystallen.

Schwefelsaures und kohlensaures Bleioxyd bilden außerdem verschiedene Doppelsalze, die jedoch zu den mineralogischen Seltenheiten gehören; so namentlich eines, aus gleichen Atomen, ein anderes aus 1 Atom schwefelsaurem und 3 Atomen kohlensaurem Salz bestehendes, das man (nach dem Fundorte) Leadhillit genannt hat.

4) Phosphorsaures Blei. Diese Verbindung, die gleich den übrigen Bleisalzen keinen Metallglanz zeigt, kommt dagegen in mannichfaltigen, zum Theil ausgezeichneten Farben vor, besonders grün und braun. Spez. Gew. = 6,9. Es ist theils halbdurchsichtig, theils durchscheinend, dabei von starkem Glasglanz; etwas härter als Weißbleierz, und kommt theils in prismatischen Krystallen, theils in nierenförmigen, getropften Gestalten vor. Vor dem Löthrohr kommt es leicht in Fluß, und bildet beim Erstarren eine krystallinische, durch ziemlich geradflächige Facetten begränzte Perle, daher der Name Pyromorphit.

Klaproth fand in dem phosphorsauren Blei von Wanlockhead 80 Bleioxyd, 18 Phosphorsäure und 1,6 Salzsäure. Auch bei allen späteren Analysen verschiedener Pyromorphite hat sich merkwürdigerweise allemal ein geringer Salzsäure- oder Chlorgehalt gefunden.

Da nach den Untersuchungen von Mitscherlich Phosphorsäure und Arsenikſäure isomorph sind, so können sie in ihren chemischen Verbindungen ohne Aenderung der Form, und selbst der meisten äußeren Eigenschaften einander ersetzen, so daß phosphorsaures und arsenikſaures Blei als Doppelsalz in allen möglichen Verhältnissen verbunden vorkommen können, vom reinen phosphorsauren Blei bis endlich zum reinen arsenikſauren Salze.

5. Arsenikſaures Blei. Stimmt, wie gesagt, mit dem phosphorsauren Salze in seinen äußeren Eigenschaften fast ganz überein, nur in der Farbe findet insofern ein Unterschied Statt, als das arsenikſaure Blei gewöhnlich gelb, das phosphorsaure dagegen, wie gesagt, entweder grün oder braun ist. Vor dem Löthrohr entwickelt es starke Arsenikdämpfe, und wird nach längerem Blasen zu einem geschmeidigen Bleikorn reduzirt. Es kommt ebenfalls theils in sechsseitigen Prismen krystallisirt,

Digitized by Google

theils in nierenförmigen, traubigen Formen vor, daher der Name Traubenblei. Es ist weich und zerreiblich, und von 5,04 spez. Gew. Nach einer Analyse von Rose besteht das arsenikſaure Blei von Johanngeorgenstadt in 99 Theilen aus 77,5 Bleioxyd, 12,5 Arsenikſäure, 7,5 Phosphorſäure, und 1,5 Salzſäure.

6. Hornblei, eine Verbindung von kohlenſaurem Bleioxyd und Chlorblei. Hellgelb oder farblos, ſchwach demantartig glänzend, ſpez. Gew. = 6,06. Gibt mit Soda auf der Kohle ein Bleikorn; ſchmilzt für ſich zu einer hellgelben durchſichtigen Kugel, mit Phosphorſalz und Kupferoxyd vor dem Löthrohre geſchmolzen zeigt es die bekannte Reaktion auf Salzſäure durch die blaue Färbung der Flamme. Enthält in 100 Theilen nach Berzelius 25,84 Blei, 57,07 Bleioxyd, 6,25 kohlenſaures Blei, 8,84 Chlor, 1,46 Kieſelerde, 0,54 Waſſer; das kohlenſaure Blei ſcheint jedoch nur zufällig eingemengt zu ſein, und nicht nothwendig zu der chemiſchen Konſtitution des Körpers zu gehören.

7. Bleigummi. Eine ſowohl den äußeren Eigenſchaften, als auch ſeiner chemiſchen Zuſammenſetzung nach eigenthümliche Verbindung. Es hat eine ſchmutzig bräunliche oder orangegelbe Farbe, und erſcheint in Geſtalt unregelmäßig kugelförmiger oder nierenförmiger Maſſen, die auf den erſten Blick Aehnlichkeit mit Gummi haben, mit dieſem auch hinſichtlich des Glanzes und der Durchſcheinheit ziemlich übereinſtimmen. Es ritzt den Flußſpath. Beſteht in 100 Theilen aus 40 Bleioxyd, 37 Thonerde, 18,8 Waſſer, und 4,06 fremdartigen Beimengungen (inclus. Verluſt bei der Analyſe). Iſt bis jetzt nur in den Bleigruben von Huelgoat bei Poullaouen in der Bretagne, wo es den Bleiglanz und das Weißbleierz, die hier auf Gängen vorkommen, in Geſtalt von Thränen oder kleinen Konkretionen begleitet.

8. Rothbleierz; chromſaures Bleioxyd.

9. Vauquelinit; chromſaures Bleioxyd-Kupferoxyd.

10. Gelbbleierz. Molybdänſaures Bleioxyd.

11. Scheelbleierz. Scheelſaures Bleioxyd.

12. Selenblei. Hat im Aeußeren viel Aehnlichkeit mit Bleiglanz, nur daß die Farbe noch mehr in's Bläuliche ſticht, vor dem Löthrohr läßt es ſich recht gut dadurch von jenem unterſcheiden, daß es einen ſehr deutlichen Geruch nach faulen Rettigen entwickelt. In der Glasröhre erhitzt, gibt es ein karminrothes Sublimat; auch durch Behandlung mit Salpeterſäure wird Selen ausgeſchieden. Spez. Gew. = 6,8.

13. Natürliche Mennige. Von lebhaft orangerother oder faſt zinnoberrother Farbe; gewöhnlich pulverförmig, zuweilen aber auch mehr dicht, und dann von unvollkommen blätteriger Struktur. Wird auf der Kohle vor dem Löthrohr ſehr leicht zum Bleikorn reduzirt. Spez. Gew. = 4,6 bis 8,9. Eine der ſeltenſten Bleiverbindungen.

Unter den hier aufgeführten 13 verſchiedenen Bleierzen, denen noch mehrere zugefügt werden könnten, iſt eigentlich nur eines, der Bleiglanz, das in hinreichend großen Maſſen vorkommt, um Bergbau darauf zu betreiben. Dieſes für die Bleigewinnung ſo äußerſt wichtige Erz kommt in dem plutoniſchen Gebirge, namentlich dem Granit, nur in ganz geringer Menge vor, ſehr häufig dagegen im Grundſchiefergebirge, beſonders im Thonſchiefer, am allgemeinſten aber im Uebergangsgebirge, wo es theils auf Lagern, theils auf Gängen faſt in allen bekannten Ländern angetroffen wird. Der dunkle Uebergangskalk iſt es, der unter allen Gebirgsarten am häufigſten Bleiglanz führt, ſo z. B. in Pierreville, in der Normandie, bei Clausthal und Zellerfeld, und den meiſten übrigen Gruben des Harzes, zu Fahlun in Schweden, Derbyſhire und Northumberland, u. a. a. O. Die Bleiglanzgruben von Leadhills dagegen bauen in der Grauwacke des ſüdlichen Schottlands. Im Allgemeinen iſt der Bleiglanz des Grundgebirges reicher an Silber, als der der jüngeren Gebilde.

Die hauptſächlichſten, gegenwärtig in Betrieb ſtehenden Bleiberg-

Digitized by Google

werke sind die folgenden: 1. Poullaouen und Huelgoat bei Carhair in Frankreich, Depart. Finisterre. Die mächtigen Bleiglanzgänge, die hier im Thonschiefer aufsetzen, der zunächst auf Granit aufliegt, sind seit mehr als 300 Jahren bekannt, und lieferten im Jahre 1816 — 500 Tonnen (über eine Million Pfund) Blei, aus welchem 1034 Pfd. Avoirdupois Silber erfolgten. 2. zu Villefort und Viallaz, Depart. der Lozère, sind Bleiglanzgruben, die jährlich 100 Tonnen Blei mit 400 Kil. (= 880 Pfund Avoirdupois) Silber liefern. 3. Bei Pezey und Macot, östlich von Moutiers in Savoyen, ist eine Bleiglanzgrube im Talkschiefer in Betrieb, die jährlich 200 Tonnen Blei, etwa 600 Kil. Silber produzirt. 4. Die Grube von Vedrin bei Namür in den Niederlanden bauet auf einem Bleiglanzgang, der in dichtem Uebergangskalk aufsetzt, und liefert jährlich circa 200 Tonnen Blei, aus welchen 385 Pfund Silber gewonnen werden. 5. Die Bleiglanze der sächsischen Bergwerke sind so reich an Silber, daß das Blei kaum in Betracht kommt, es ist daher von ihnen in dem Artikel Silber ausführlicher die Rede. 6. Auch die Harzer Bleigruben, deren Bleiproduktion jedoch für sie keineswegs unwichtig ist, sind beim Silber näher aufgeführt. 7. Dasselbe gilt von den Gruben im Bleiberg in der Eifel. 8. Die Bleigruben von Bleiberg und Villach in Kärnthen bauen in dichtem Kalkstein. 9. Auch Böhmen hat Bleibergwerke, südwestlich von Prag. 10. Die Gruben von Joachimsthal und Bleistadt am südlichen Abhange des Erzgebirges liefern silberhaltigen Bleiglanz. 11. Spanien besitzt sehr zahlreiche Bleigruben, unter denen die wichtigsten in den Granithügeln von Linares am südlichen Abhange der Sierra Morena und in dem Bezirk der kleinen Stadt Canjagar liegen. Die Gruben von Linares liefern mitunter ungeheure Massen von Bleiglanz, der dort nesterweise vorkommt. Auch Catalonien, Granada, Murcia und Almeria haben Bleibergwerke, deren Blei jedoch, besonders das von Almeria, nur sehr wenig Silber hält. 12. Die Bleibergwerke in Schweden werden fast nur des Silbers wegen betrieben.

Kein Land aber produzirt so viel Blei als Großbritannien. Nach Heron de Villefosse, dessen berühmtes Werk über den Mineralreichthum im Jahre 1810 herausgekommen ist, betrug damals die jährliche Bleiproduktion in Großbritannien 12500 Tonnen, während das ganze übrige Europa zusammengenommen nicht so viel ausbrachte. Nach neueren Angaben ist die Produktion an Blei noch weit größer. Taylor schätzt sie gegenwärtig auf 31900 Tonnen, und zwar in folgender Vertheilung:

Wales (Flintshire und Denbighshire)	7500	Tonnen
Schottland (in Uebergangs-Grauwacke)	2800	„
Durham, Cumberland und Yorkshire (in kohlenhaltigem Kalkstein)	19000	„
Derbyshire	1000	„
Shropshire	800	„
Devon und Cornwall (Uebergangs- und Grundgebirge) .	800	„
Im Ganzen . .	31900	Tonnen,

oder nahe an 70 Millionen Pfund.

Cumberland und die benachbarten Distrikte von Durham und York produziren also allein etwa $\frac{3}{4}$ des Ganzen. In Cornwall und Devonshire kommt das Bleierz auf Gängen im Killas, einem in Grauwacke übergehenden Thonschiefer vor. In Nord-Wales und den Umgebungen sowohl, wie in Cumberland und Derbyshire liegt das Erz in kohlenhaltigem Kalkstein.

Die Bergleute auf den englischen Bleigruben unterscheiden die Lagerstätten der Bleierze in 3 Arten: Rake-veins, pipe-veins, und flat-veins Das englische Wort Vein (Gang) wird keineswegs immer in der ursprünglichen Bedeutung gebraucht, sondern dient mehr zur allgemeinen Bezeichnung irgend einer Erzlagerstätte, und bekommt zur genaueren

Digitized by Google

Bestimmung der Art derselben ein Ephitheton. So versteht man unter einer rake vein den eigentlichen Gang; unter pipe veins (liegenden Stöcken) ziemlich schmale und kurze, dabei aber verhältnißmäßig mächtige Lager, die gewöhnlich parallel mit der Lagerungsebene der umhüllenden Massen, in diese eingebettet sind; unter flat veins endlich schmale dünne, den Schichtungsebenen der umgebenden Lager parallel laufende Klüfte.

In Cumberland kommt bei Weitem der meiste Bleiglanz auf eigentlichen Gängen vor, die gewöhnlich in dem Sandstein schmaler sind, als in dem darunter liegenden Kalkstein. Gänge z. B., die weniger als 1 Fuß Mächtigkeit im Sandstein haben, weiten sich im Kalkstein oft sogleich auf 3 bis 4 Fuß aus; und der reiche Gang von Hudgillburn, dessen Mächtigkeit im Kalkstein (hier great limestone genannt) 17 Fuß beträgt, zieht sich im Sandstein (dem Watersill) auf 3 Fuß zusammen. Diese auffallende Abhängigkeit des Ganges von dem einschießenden Nebengestein ist sehr instruktiv, und zeigt sich nicht nur in der Mächtigkeit, sondern auch der Reichheit der Erze, eine Beobachtung, die auch an vielen anderen Punkten, so z. B. bei den Gängen von Kongsberg in Norwegen gemacht ist. Die Bleigänge in Cumberland sind stets um so reicher, je mächtiger sie im Kalkstein im Verhältniß zu ihrer Mächtigkeit im Sandstein sind; besonders aber im Thonschiefer werden sie oft gänzlich taub, und enthalten dann statt der Erze eine Art Töpferthon. Außerdem pflegen die Gänge in den oberen Kalksteinlagern edler zu werden, als in den unteren, daher die meisten dieser Gruben früher nicht weiter, als bis unter das fünfte Kalksteinlager (den Vier-Lachter-Kalk), der 152 Lachter unter dem flötzleeren Sandstein (Millstone-Grit) liegt, getrieben wurden. Da ferner das erste Kalksteinlager in der Tiefe von 54 Lachter unter dem Millstone-Grit anfängt, so folgt, daß die Gänge nur innerhalb einer ungefähr 100 Lachter mächtigen Gesteinsmasse reich und bauwürdig sind. In der Gegend von Alston Moor sind die Gänge übrigens bis zu dem elften Kalksteinlager (dem Tyne-Bottom Kalk) verfolgt, der 209 Lachter unter dem Millstone-Grit der Steinkohlenformation, unmittelbar über dem Whin-sill (einem Grünsteinlager) liegt, und werden bis über das erste Kalksteinlager, das zunächst unter dem Sandstein, und 42 Lachter unter dem Mühlsteingrus liegt, bebauet. Hier beträgt also die Mächtigkeit der Gesteinsmassen, innerhalb deren der Gang reich und bauwürdig bleibt, 168 Lachter. Ja, man hat an einzelnen Punkten die Bleigänge noch tiefer bis in den scar limestone von Memerby verfolgt, ohne jedoch eigentlichen Bergbau darauf zu betreiben.

Am meisten erzführend zeigen sich die Gänge an den Stellen, wo das Nebengestein zu beiden Seiten eines und dasselbe ist, während sie da, wo sie an der einen Seite von Kalkstein, an der anderen aber von Schieferthon begränzt sind, gewöhnlich ärmer werden. Die Gangart ist meistentheils kohlensaures Blei, Flußspath, Schwerspath, Quarz und Schwefelkies.

Die liegenden Stöcke (pipe veins) haben selten eine bedeutende Längenerstreckung, mitunter aber eine beträchtliche Breite. In Betreff der Gangmasse stehen sie den Gängen ziemlich gleich. Mitunter freilich sind sie ganz taub; wo sie jedoch Erze führen, sollen sie auch um so ergiebiger sein.

Die flat veins, lagerartigen Gänge, scheinen nur flache Ausbreitungen der Gangmasse auf der Gränze zweier Gebirgslager zu sein, und führen ganz dieselben Erze, wie die Gänge in ihrer Nachbarschaft; sie werden dann zugleich mit diesen Gängen abgebauet, pflegen aber nur bis auf eine gewisse Weite von denselben bauwürdig zu sein. In dem großen Kohlenkalklager von Cumberland, besonders in den Gruben von Coalcleugh und Nenthead, sind einige Versuchsbaue auf solchen lagerartigen Gängen geführt; im Allgemeinen aber liefern die eigentlichen

Digitized by Google

Gänge bei Weitem den größten Theil des Bleies, das von Cumberland und den benachbarten Landstrichen in den Handel gebracht wird. Forster hat eine Uebersicht der 165 Bleigruben gegeben, die in diesem Theile von England theils früher in Betrieb waren, theils es jetzt noch sind.

In Derbyshire ist der bleiführende Kalk auf eine Längenerstreckung von 25 engl. Meilen von Nordwest nach Südost, bei abwechselnder Breite, die im Süden bis auf 25 engl. Meilen anwächst, ausgedehnt, und wird fast an allen Seiten von Millstone-Grit umlagert und überdeckt, auf welchem wiederum Steinkohlenflötze aufgelagert vorkommen. Castleton liegt an der nördlichen Grenze, Buxton der nordwestlichen, und Matlock an der südöstlichen Grenze dieser großen noch undurchsunkenen Bleiablagerung. In Cumberland schließt der Kohlenkalk ein Lager von Grünstein, das so genannte Whinsill, ein. Eben dieser Grünstein kommt auch in Derbyshire, und zwar in noch ausgedehnteren Lagern vor, deren drei in den Kohlenkalk eingebettet sind. Diese beiden Gesteine also, Kalk und Grünstein, bilden, vom Millstone-Grit an gerechnet, in einer Tiefe von 275 Lachtern fast das alleinige Gestein, in welchem die Bleigruben bauen; nur zu oberst, also zunächst unter dem Millstone-Grit, liegt ein mächtiges Lager von thonhaltigem Schieferkalk. Der Kohlenkalk erscheint hier in vier mächtigen Lagern, die mit den erwähnten drei Lagern von Grünstein, hier Toadstone genannt, abwechseln. Die Bleigänge setzen nur allein in dem Kalkstein auf, verschwinden aber allemal an der Grenze des Toadstone, und gehen endlich in dem Kohlenkalk bis auf unbekannte Tiefen nieder.

Behandlung der Bleierze.

Die in England übliche mechanische Vorbereitung der Bleierze, die allemal der weiteren chemischen Bearbeitung vorhergehen muß, besteht in den folgenden 3 Operationen.

1. Dem Sortiren und Läutern der Erze.
2. Dem Zerkleinern.
3. Dem Waschen oder Schlämmen.

Zu dem Sortiren und Reinigen dienen besonders Siebe, gröbere Gitter und flache Gerinne (Running buddles). Die großen Siebe, die in Derbyshire in Gebrauch sind, um gleich an der Mündung des Treibschachtes das grobe Erz von dem klaren (feinen) Erz zu sondern, sind eiserne Drahtsiebe, deren Maschen 1 Zoll im Quadrat haben. Ein zweites leichteres Sieb, im Uebrigen eben so wie das vorhergehende, dient dazu, die Erze von dem anhängenden Schmand rein zu waschen, indem man sie in das Sieb gibt, und in einem Wasserfaß so lange hin und her rüttelt, bis das Erz völlig rein ist. Statt dieser Läuterung in Handsieben wird in Derbyshire aber auch häufig das weit unzweckmäßigere Verfahren in Anwendung gebracht, die Erze in einem Troge mit Wasser mittelst einer Schaufel durchzurühren, und dann wieder herauszuschlagen (standing buddle).

Die Läuterung in Gerinnen dient zugleich zum Sortiren und Reinigen der Erze, und wird auf einem, aus Bretern zusammengefügten Heerde, der an den zwei Längenseiten und der einen kürzeren Seite mit einem aufstehenden Rande versehen, und in einer wenig geneigten Lage (das offene Ende nach unten) angebracht ist, vorgenommen. In der Mitte des hinteren Randes ist eine Oeffnung, durch welche ein ununterbrochener Strom Wasser über den Heerd geleitet wird. Das Erz wird auf diesem Heerd ausgebreitet, und, während das Wasser darüber fließt, mit einer Schaufel gewendet, bis aller Schmand abgespült ist. Statt dieser Läuterung, die früher bei den Gruben von Alston-Moor einzig und allein in Gebrauch war, ist neuerdings eine andere eingeführt, die auf einem eisernen Rost oder Gitter Statt findet. Dieser Rost nämlich wird durch eine Anzahl viereckiger, einzölliger Eisenstäbe von 24 bis 32 Zoll Länge gebildet, die horizontal

Digitized by Google

parallel neben einander, jedoch in Entfernungen von einem Zoll angebracht sind. Durch eine hölzerne Rinne wird ein Wasserstrom auf die Mitte des Rostes geleitet, auf dem das Erz liegt; während das ablaufende Wasser durch eine unter dem Roste befindliche Rinne in ein halbrundes Bassin gelangt, worin sich die abgewaschenen kleineren Erztheilchen sammeln.

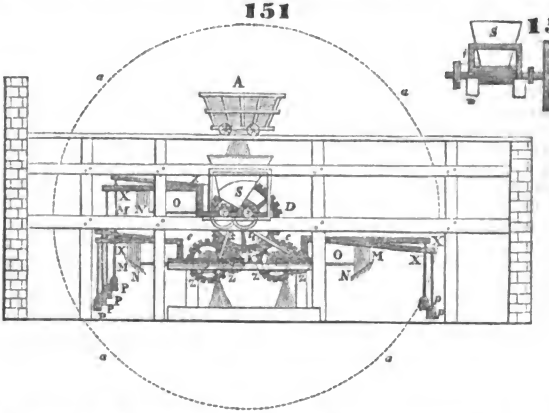
Nach dieser ersten Läuterung folgt nun die Zerkleinerung der Erze, die wieder auf verschiedene Art bewirkt wird, und zwar theils mit Handhämmern, theils auf Quetschwerken, theils auf Pochwerken oder Stampfmühlen.

Das Zerkleinern mit Handhämmern, das in Derbyshire zum Behuf der Scheidung verschiedener Erze noch jetzt sehr allgemein in Gebrauch ist, geschieht folgendermaßen: Die Handhämmer (buckers, beaters) bestehen in einer gußeisernen Platte von 3 Zoll im Quadrat, die auf der einen Seite mit einem ausgehöhlten Ansatz zur Aufnahme des hölzernen Stieles versehen sind. In der Scheidestube befindet sich ein etwa 3 Fuß hoher, starker, langer Tisch, auf welchem ein flacher, 4 Fuß breiter, nach hinten etwas erhöheter Kasten steht, der jedoch an der Vorderseite keine Wand hat, und auf welchen die Scheidegänge der Erze gestürzt werden. Die Vorderseite des Tisches oder der Scheidebank ist mit einer 7 Fuß langen, 7 Zoll breiten, und 1½ Zoll dicken gußeisernen Platte belegt, die beim Zerschlagen der Erze als Unterlage dient. Die an der Scheidebank sitzenden Arbeiter haben nun sowohl das taube Gestein von den Erzen abzuschlagen, als auch die etwa vorkommenden verschiedenen Erze zu scheiden.

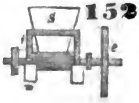
Zu Alston-Moor wird die Zerkleinerung der Scheidegänge schon seit vierzig Jahren durch ein Quetschwerk verrichtet, wodurch viele Zeit und Arbeit erspart wird.

Ein solches Quetschwerk (Fig. 151) besteht aus einem Paar gereifter

151



152



oder kannelirter Walzen x x, und zwei Paaren glatter Walzen z z, z z, welche sämmtlich zum Zerdrücken der Erze dienen. Je zwei zu einem Paare gehörige Walzen werden durch die daran befestigten Verkuppelungsgetriebe in entgegengesetzter Richtung gedreht. (M. s. Fig. 152.) Das Ganze erhält seine Bewegung von einem Wasserrade a a a, dessen Welle unmittelbar die eine gereifte Walze trägt, an welcher wieder ein gezahntes Rad sitzt, welches mit zwei Rädern der unteren Wal-

Digitized by Google

zenpaare in Eingriff steht. Ueber dem gereiften Walzenpaare ist ein Rumpf S angebracht, der durch einen besonderen Mechanismus die Erze, die aus den Wagen A in ihn gestürzt werden, allmählig auf die Walzen aufgibt. Die Wagen laufen auf einer Eisenbahn, halten über dem Rumpfe an, und lassen ihren Inhalt durch eine in der Mitte ihres Bodens angebrachte Klappe in den Rumpf herabfallen. Die untere Oeffnung dieses letzteren ist ganz wie bei der Mahlmühle mit einem Schuh versehen, der durch die Stange i (Fig. 152), welche in die Zähne des Rades m eingreift, beständig hin und her geschüttelt wird, und das gleichförmige Aufgeben der Erze verrichtet, so daß nie eine zu große Menge zu gleicher Zeit auf die Walzen gelangt, wodurch diese in ihrer Drehung ganz gehemmt werden könnten. Während dem läßt man einen schwachen Strom Wasser in den Rumpf und so auf die Walzen fließen, damit sie sich nicht zu sehr erhitzen. Das durch die gereiften Walzen gröblich zerkleinerte Erz fällt auf die schräg geneigten Breter w w, und gelangt so zwischen die unteren Walzen. Sämmtliche Walzen sind durch so genannten Schalenguß (d. h. durch Gießen in eisernen Gußformen) erzeugt, um den höchstmöglichen Härtegrad auf ihrer Außenfläche darzubieten. Die Zapfen der Walzen ruhen in messingenen Lagern, die wieder auf eisernen Platten k befestigt sind. Diese letzteren liegen auf Querbalken des Gerüstes der Maschine, und sind zur Hälfte fest an diese angeschraubt, zur Hälfte aber horizontal verschiebbar, so daß also die Lager der einen Walze eines jeden Paares ganz unverrückbar fest sind, während die der anderen eine Näherung oder Entfernung gestatten; eine Einrichtung, wodurch es möglich wird, daß die Walzen je nach den Umständen fest an einander anschließen, oder, falls sehr harte Steine zwischen sie gelangen, auch in etwas nachgeben und auseinander weichen können. Zum Andrücken der beweglichen Walzen gegen die festliegenden dienen die Hebel x, x, mit den daran hängenden Gewichten p p. Diese Hebel nämlich ruhen auf keilförmigen Unterlagen M, die sich auf den geneigten Ebenen N verschieben können, und mittelst der Stangen O auf die Zapfenlager der beweglichen Walzen wirken. Bei dieser Einrichtung der Maschine ist jede Gefahr vermieden; denn falls einmal ein sehr hartes Gangstück zwischen die Walzen gelangt, das das Zerbrechen der Zapfen oder anderer Theile zur Folge haben könnte, so findet hier die Walze Gelegenheit, auszuweichen, und das Stück hindurch zu lassen.

Außer den drei Walzenpaaren, die nothwendig zu jeder Quetschmaschine gehören, ist oft noch ein viertes Paar vorhanden, das dazu dient, die kleineren, beim Scheiden abfallenden Stückchen, das Scheideklein, und die, wie gleich näher gezeigt werden soll, mittelst des Siebsetzens von den reichen Erzgängen getrennten metallreichen Gänge noch weiter zu zerkleinern. Diese Walzen kommen übrigens mit den unteren Walzen z z der Maschine ganz überein, nur daß die eine derselben unmittelbar an der Welle des Wasserrades, an der, der Hauptquetschmaschine gegenüberstehenden Seite desselben angebracht ist. Die Verkuppelung dieser Walzen, so wie die Vorrichtung zum Andrücken der beweglichen Walze, kommt ganz mit der vorhinbeschriebenen Einrichtung überein.

Außer der Quetschmaschine sind auch noch Pochwerke erforderlich, theils um die sehr harten zähen Gangstücke zu zerstampfen, die in der Quetschmaschine nicht füglich zerkleinert werden können, theils und hauptsächlich um die armen Pochgänge zum Behuf der Wascharbeit zu pulverisiren. Sehr gewöhnlich, so bei Alston-Moor, werden die Pochwerke durch Wasser getrieben, und kommen den, im Artikel „Zinn" beschriebenen ganz gleich.

Die mittelst der Quetschmaschine oder des Pochwerkes zerkleinten Erze, denen immer noch eine beträchtliche Menge von zum Theil ganz tauben, zum Theil mehr oder weniger armen Gangstückchen beigemengt

Digitized by Google

ist, müssen nun davon gesondert werden. Dieß geschieht durch die Operation des Siebsetzens, die darin besteht, daß man die gekörnten Erze in ein Sieb gibt, dieses in Wasser eintaucht, und ihm eine stoßweise, auf und ab gehende Bewegung ertheilt, so daß die Erzkörnchen in dem Siebe, und also unter Wasser auf einige Zolle in die Höhe geworfen werden, und darauf wieder herabsinken. Hiebei erreicht man einen doppelten Zweck: einmal findet eine wirkliche Absiebung der feinen Theile Statt, 2. und hauptsächlich eine Art Schlämmung in dem Siebe. Indem nämlich die Körnchen des Erzes und der Gangart wiederholentlich aufgeworfen werden, und in dem Wasser wieder herabsinken, ist es sehr natürlich, daß die spezifisch schwereren Erzstückchen sich zu unterst lagern, über diesen die ärmeren Körnchen, und das taube Gestein zu oberst. Hat man also dem Siebe eine gewisse Zahl von Stößen ertheilt, so kann man die ärmeren und reicheren Erze schichtweise aus dem Siebe ausheben.

Das Siebsetzen geschieht theils mit Handsieben, theils mit Setzmaschinen. Die Siebe selbst sind gewöhnlich von Eisendraht, und müssen in verschiedenen Graden von Feinheit vorhanden sein. Das Siebsetzen mit Handsieben ist gegenwärtig nur noch bei der Aufbereitung solcher Gangstücke von mittlerem Erzgehalt gebräuchlich, die bei dem Abläutern durch das Sieb hindurchgegangen, und gewöhnlich nicht so arm sind, daß sie als Pochgänge verarbeitet, aber auch nicht reich genug, um der Setzarbeit in der Setzmaschine übergeben zu werden. Der Arbeiter bringt diese Gänge in sein rundes Handsieb, taucht dieß in dem Setzfaß unter Wasser, und ertheilt ihm mit vieler Geschicklichkeit und Schnelligkeit die nöthige stoßweise Bewegung, bis sich die ärmeren Theile zu oberst, die reichsten zu unterst, und die Stücke von mittlerem Gehalte in der Mitte angesammelt haben, die dann mit einem blechernen Krätzer so gut wie möglich von einander gesondert ausgehoben werden.

Die Setzmaschine besteht in einem Siebe von rektangulärer Form, aus starkem Eisendraht, dessen Maschen ¾ Zoll im Quadrat haben, und welches mittelst zweier, an den kürzeren Seiten angebrachter, 5 Fuß langer eiserner Stangen an einem gabelförmig gestalteten Hebel so aufgehängt ist, daß jede der beiden Stangen von dem Endpunkte der einen Gabelzinke herabhängt. Der Hebel oder Balanzier besteht aus Holz, und ist um eine Achse drehbar. Das Sieb hängt in einem viereckigen Kasten, und wird auf die Art in Bewegung gesetzt, daß ein Knabe durch beständiges Auf- und Abspringen dem hinteren Hebelende eine heftige stoßweise Oszillation mittheilt, wobei dann der bereits erwähnte Vorgang hinsichtlich der Sonderung der Erztheilchen von dem armen und tauben Gestein Statt findet. Die reichen Erze werden sofort nach dem Magazin gebracht, die zu oberst liegenden armen durch nochmaliges Siebsetzen in taubes und erzhaltiges Gestein gesondert; dieses letztere auf dem Quetschwerk von Neuem zerkleint, und abermals gesetzt; u. s. f.

Bei dieser Arbeit fällt natürlich ein ziemlich bedeutender Theil des Hauswerks durch das Sieb hindurch, und sammelt sich auf dem Boden des Setzfasses an. Um auch dieses Faßerz weiter aufzubereiten, leitet man, wenn sich ein ziemlicher Vorrath in dem Fasse angesammelt hat, einen Strom von klarem Wasser durch das Faß, und rührt den Bodensatz vorsichtig auf, um den Schlamm, der sich in Menge dabei befindet, fortzuspülen. Das so gewaschene Faßerz kommt nun auf ein zweites feineres Setzsieb, um ganz auf dieselbe Weise, wie oben beschrieben, behandelt zu werden.

Die bei dem letzten Siebsetzen abgenommenen armen, geringhaltigen Theile werden klar gepocht, und das in ihnen noch enthaltene Erz durch Schlämmen konzentrirt.

Eine recht sinnreiche Vorrichtung zum Siebsetzen ist von Petherick,

Digitized by Google

Oberverwalter der Lanescot- und der Fowey-Consol-Gruben, angegeben. Sie besteht in einem vertikalen zylindrischen Rahmen, in welchem 8 Siebe übereinander angebracht sind, und dessen unteres Ende mit einem zweiten Zylinder kommunizirt, in welchem sich ein Kolben auf und ab bewegt, so daß, wenn das Ganze mit Wasser angefüllt ist, dieses abwechselnd durch das auf den Sieben liegende Erz auf und ab getrieben wird. Versuche mit diesem Apparate haben auf den so eben genannten Kupfergruben ein sehr günstiges Resultat gegeben.

Zur eigentlichen Erzwäsche, deren Resultat darin besteht, das Pochmehl zu konzentriren, also die reinen Erztheile von den unhaltigen Theilen zu sondern, werden verschiedene Apparate in Anwendung gebracht; dergleichen sind:

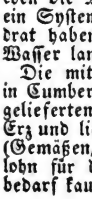
1) der Schlämmkasten (trunk buddle) in Verbindung mit dem Schlämmgraben oder Teich. Der Schlämmkasten ist ein Behälter, in welchen das zu verwaschende Erz gegeben und mit einer Schaufel aufgerührt wird, während ein Strom Wasser durch den Kasten hindurch fließt, und die feineren Theilchen fortschlämmt. Das abfließende Wasser gelangt von hier in den großen aber flachen, am Boden genau geebneten Teich, in welchem sich die abgeschlämmten Erz- und Gesteintheilchen je nach ihrer Feinheit und ihrem spezifischen Gewicht absetzen und so getrennt erhalten werden.

2) Eine ganz ähnliche Vorrichtung, stirring buddle, dient auch zum Reinwaschen der Erze von anhängenden Thon- und Schmutztheilen.

3) Der Planenherd (nicking buddle, table dormante) besteht aus einer großen hölzernen wenig geneigten Ebene, dem Heerde, an dessen oberem Ende die Herdtafel, ein quer über laufendes seitlich geneigtes Bret, sich befindet. Auf diese Heerdtafel wird das zu verwaschende Pochmehl aufgelegt, und nun Wasser durch eine Rinne in der ganzen Breite der Heerdtafel auf sie geleitet. Das auf der Tafel liegende Erz wird nun allmählig mit fortgespült, gelangt so auf den Heerd, und setzt sich hier auf seiner rauhen Oberfläche fest, während das leichtere taube Gestein fortgeschlämmt wird. Da es aber nicht zu vermeiden ist, daß ein Theil des Erzes in dem Wasser aufgeschwemmt bleibt, sich also nicht auf dem Heerde niederschlägt, so läßt man es durch einen Schlämmgraben in einen Teich fließen, wo sich die Erztheilchen größtentheils absetzen, und von Zeit zu Zeit ausgestochen werden.

4) Das Schlämmen (rinsing bucket). Fig. 153, ein mit einer Flügelwelle A B versehenes Faß, welches dazu dient, das feine, beinahe ganz reine Erz in Wasser aufzuschwemmen und nun durch Sedimentiren von den noch beigemengten Gangarten zu trennen. Durch beständiges Klopfen gegen die Außenseite des Fasses sucht man die Absetzung des Erzmehles zu beschleunigen.

153



5) Die Mehlführung. Bei allen den verschiedenen Reinigungs- und Schlämm-Arbeiten, bei welchen ein Strom Wasser die fein zertheilten Erze fortführt, würde ein Verlust an Bleiglanz ganz unvermeidlich seyn, wenn man nicht dem Wasser Zeit ließe, das darin aufgeschwemmte Erzmehl vollständig abzusetzen. Hiezu dient nun eben die Mehlführung, slime pits, in Derbyshire buddle holes genannt, ein System von langen Gräben und Bassins, die oft 20 Fuß im Quadrat haben, dabei aber nur 24 bis 40 Zoll tief sind, durch welche das Wasser langsam zirkulirt und dabei das suspendirte Erz fallen läßt.

Die mit der Aufbereitung der Erze beschäftigten Arbeiter werden in Cumberland nicht nach der Arbeitszeit, tageweise, sondern nach der gelieferten Arbeit bezahlt; sie erhalten eine gewisse Quantität rohes Erz und liefern das daraus gewonnene fertig aufbereitete Erz nach bings (Gemäßen, die 14 Zentner Erz fassen) ab. Daß übrigens der Arbeitslohn für das bing je nach der Reichhaltigkeit der rohen Erze variirt, bedarf kaum der Erwähnung. Der Preis für das bing beträgt bei rei-

Digitized by Google

chen, leicht aufzubereitenden Erzen nur 2½ bis 3 Schillinge, bei anderen dagegen wohl 10 Schillinge und darüber. Der Gehalt der rohen Erze schwankt zwischen 2 und 20 pings Bleiglanz auf das Shift (von 8 Wagenladungen) rohes Erz. Das Ausladen und Sortiren der Erze wird zwar in Cumberland ganz gut betrieben, doch scheint es dem Verfahren der sächsischen Fallwäsche (m. s. Metallurgie) insofern nachzustehen, als diese letztere den großen Nebenvortheil gewährt, das Erz außer der Reinigung, auch zugleich in verschiedene Sorten nach der Größe des Korns zu sondern, was für die nachfolgende Siebsetzarbeit von großer Wichtigkeit ist.

Die Benutzung der Quetschmaschine hat vor dem in Derbyshire noch üblichen Zerkleinerungs-Verfahren dur Handhämmer einen sehr bedeutenden Vorzug, denn sie gewährt nicht nur eine Ersparung an Arbeitslohn, sondern auch einen verminderten Verlust an Erz; und darf unbedingt als eine der glücklichsten Verbesserungen in der Aufbereitung der Erze angesehen werden.

Das Siebsetzen anlangend, so scheinen die Setzmaschinen vor der Setzarbeit in Handsieben bedeutend in Vortheil zu seyn.

Die in Cumberland gebräuchliche Erzwäsche ist von der in der Bretagne üblichen sehr wesentlich verschieden. Die Mehlführung ist weit weniger sorgfältig angelegt als in Frankreich und Deutschland; denn sie bildet keineswegs ein so langes System hin und her laufender Gräben, wie diese in den letztgenannten Ländern fast überall eingeführt sind, wahrscheinlich weil die letzten Schlämmvorräthe, die in Frankreich und Deutschland noch mit verwaschen werden können, in England größere Aufbereitungskosten veranlassen würden, als ihr ganzer Werth beträgt; doch sollte man glauben, daß die Einführung von Stoßheerden (m. s. Metallurgie) auch in England die Möglichkeit mit sich bringen würde, die letzten Schlämmvorräthe, die jetzt gänzlich verloren gehen, zu Gute zu machen.

Aus den im Früheren gegebenen Bemerkungen hinsichtlich der Erzwäsche ergibt sich, daß das Verfahren in Cumberland zwar schneller als das in der Bretagne übliche ist, aber weniger reines Erz liefert und einen beträchtlicheren Verlust mit sich bringt; eine Thatsache, die sich daraus ergibt, daß in Poullaouen in der Bretagne die Schlämmvorräthe durch eine stets erneuerte Wäsche eine nicht unbeträchtliche Menge schmelzwürdiges Erz liefern. Dennoch aber darf man nicht so unbedingt über das englische Verfahren den Stab brechen, weil in England das Brennmaterial wohlfeil, der Arbeitslohn aber sehr theuer ist; so daß es für die englischen Hüttenwerke vortheilhaft sein könnte, etwas weniger reine Erze zu verschmelzen und selbst einen kleinen Verlust an Bleiglanz zu erleiden, als durch Vervielfältigung der Erzwäsche die Aufbereitungskosten zu erhöhen.

Endlich ist noch zu erwähnen, daß die Einführung des Schlämmfasses (dolly tub) überall da zu empfehlen ist, wo der Bleiglanz mit Zinkblende gemengt vorkommt, denn selbst ein dem Auge sehr rein erscheinender Schlieh gibt bei der Behandlung im Schlämmfasse oft noch eine beträchtliche Menge Zinkblende aus. Beim raschen Drehen der Flügelwelle schüttet man das zu verwaschende Erz allmählig in das schnell kreisende Wasser und hebt, sobald eine gleichmäßige Aufschwemmung der Erze eingetreten ist, die Flügelwelle heraus. Das rasche Absetzen der reinen Erzkörnchen wird nun, wie schon oben erwähnt, durch fortgesetztes Klopfen mit Hämmern gegen die unteren Seitenwände des Fasses befördert; die leichteren Theile aus taubem und sehr reinem Gestein nebst Zinkblende bestehend, setzen sich erst später, nach dem Aufhören des Klopfens, an, und können daher leicht von den zu unterst liegenden reinen Erzen abgenommen werden.

Ueber das Verschmelzen der Bleierze.

In älteren Zeiten schmolz man in Derbyshire und den nördlichen

Theilen von England in ganz roh konstruirten Oefen (boles), die nur durch den Wind den nöthigen Luftzug erhielten, und zu dem Ende auf den Gipfeln oder den westlichen Abhängen der höchsten Gipfel angelegt worden. Statt dieser alten Oefen kamen später Schmelzheerde ganz in der Gestalt gewöhnlicher Schmiedeessen, nur größer, in Gebrauch, die mit starken, durch ein Wasserrad in Bewegung gesetzten Blasebälgen versehen waren. Gegenwärtig geschieht das Verschmelzen der Bleierze in Derbyshire in Flammöfen, und zu Alston-Moor in Oefen, die große Aehnlichkeit mit so genannten schottischen Oefen haben.

Bevor wir zu der Erörterung der verschiedenen Schmelzprozesse schreiten, gehen wir zuvörderst die Einrichtung der zu dem Schmelzen selbst und zu den Nebenarbeiten gehörigen Oefen durch.

1) Der in Derbyshire jetzt allgemein in Anwendung stehende Flammofen (cupola) zum Verschmelzen der Bleierze, wurde im Jahre 1747 durch eine Gesellschaft von Quäkern von Wales eingeführt; die eine derartige Anlage zu Kalstedge in dem Bezirk von Ashover gründeten.

Die besten Oefen dieser Art sind im Innern 8 Fuß lang, in der Mitte 6 Fuß breit und 2 Fuß hoch. Das Feuer brennt auf einem Rost und ist durch eine gemauerte Erhöhung, die Feuerbrücke, von dem Heerde getrennt. Diese Feuerbrücke hat 2 Fuß in der Breite und ist so hoch, daß sie nur 14 bis 18 Zoll von der oberen Ofenwölbung absteht, die hier ihren höchsten Punkt erreicht, nach dem hinteren Ende des Ofens zu sich allmählig senkt, und hier nur 6 Zoll von dem Heerde absteht. Von diesem hinteren niedrigen Ende des Ofenraumes führen zwei, durch ein dreieckiges Gemäuer aus feuerfesten Steinen getrennte Oeffnungen nach dem Fuchs, der $1\frac{1}{4}$ Fuß breit und 10 Fuß lang ist und in einen 55 Fuß hohen Schornstein einmündet. Der Fuchs besteht in einem rinnenförmig gemauerten Kanal, der zu oberst mit Steinplatten bedeckt ist, die mit feuerfestem Thon genau verstrichen sind, von Zeit zu Zeit aber abgenommen werden können, wenn es nöthig ist, die in dem Fuchse angesammelte schmelzbare Bleiasche, die durch den heftigen Luftstrom fortgeführt sich hier abgesetzt hat, wegzuschaffen. Die eine Seite des Ofens wird die Rückseite genannt; an dieser Seite befindet sich die Heizthür, zum Aufgeben der Kohlen auf den Rost; ferner drei kleine Oeffnungen von 6 Zoll im Quadrat, mit gußeisernen Platten zu verschließen, deren Zweck zum Theil darin besteht, nöthigenfalls Luft in den Ofen treten zu lassen, und die Erze auf dem Heerde wenden zu können. Die gegenüber stehende Seite des Ofens, die Arbeits- oder Stichseite, hat 5 Oeffnungen, nämlich drei ganz gleiche, den vorhin genannten der Rückseite gerade gegenüber stehende, ebenfalls mit eisernen Platten verschlossen, und tiefer unter ihnen zwei andere, von denen die eine, die Stichöffnung, zum Abstechen des Bleies, die andere zum Abfluß der Schlacken dient. An eben dieser Seite ist auch der Aschenfall, auf dessen untere Sohle etwas Wasser gegossen wird, und der so eingerichtet ist, daß man bequem und leicht die Roststäbe von der angeschmolzenen Schlacke reinigen kann.

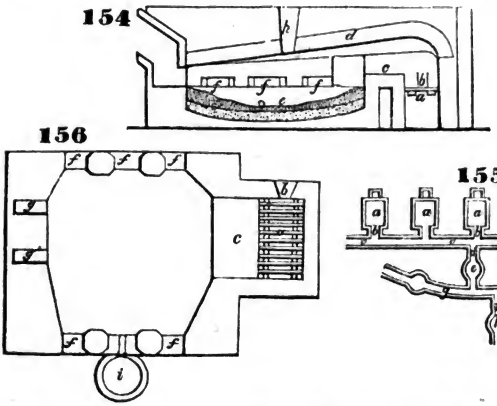
Der Heerd des Ofens wird aus Schlacke, wie sie bei der Arbeit selbst fällt, gebildet, indem man dieselbe im Ofen zu einer Masse zusammenschmelzt, und vor dem völligen Erhärten mit starkem eisernen Gezähe in die erforderliche Gestalt bringt. Der Heerd reicht an der Rückseite des Ofens bis nahe unter die drei oben beschriebenen Oeffnungen, fällt aber nach der Arbeitsseite zu schräg abwärts, so daß seine Tiefe hier 18 Zoll unter dem Niveau der drei Arbeitslöcher beträgt; an dieser tiefsten Stelle ist die Stichöffnung, und von hier aus läuft der Heerd nach den drei übrigen Seiten zu schräg aufwärts, so daß eine Art Bassin entsteht, in das sich das ausgeschmolzene Blei ansammelt, und aus welchem es von Zeit zu Zeit durch die Stichöffnung abgestochen, und in einen großen gußeisernen Vortiegel gelassen wird.

Digitized by Google

Die zum Abstechen der Schlacken dienende Oeffnung ist in der Höhe, bis zu welcher die Oberfläche des Bleies zu steigen pflegt.

In der Mitte der oberen Wölbung ist eine kleine Oeffnung, zum Einbringen der Besetzung, die während der Schmelzarbeit mit einer starken Eisenplatte geschlossen bleibt. Ueber dieser Oeffnung befindet sich ein großer hölzerner oder eiserner Rumpf oder Trichter, der unten mit einer zylindrischen Fortsetzung versehen ist, durch welche beim Oeffnen einer Klappe das Erz in den Ofen fällt.

In den Figuren 154, 155, 156 ist der Flammofen der dem Marquis



von Westminster gehörenden Bleiwerke, zwei engl. Meilen von Holywell, abgebildet. Der Heerd e bildet, wie aus Fig. 154 ersichtlich ist, eine nach der Seite des Rostes und des Fuchses zu gleichmäßig ansteigende Fläche, deren größte Tiefe aber nicht in der Mitte des Ofens, sondern an der Arbeitsseite ist, so daß das Blei durch das Stichloch vollständig ablaufen, und sich in dem Vortiegel i ansammeln kann. Die größte Tiefe des Heerdes beträgt gewöhnlich 24 Zoll, variirt aber etwas nach der Qualität der Erze. f f f sind die Arbeitslöcher, c die Feuerbrücke mit einem hindurchgehenden Luftkanal zur Abkühlung, a der Rost, b die Thür zum Aufgeben der Feuerung, d das Ofengewölbe mit der Oeffnung h zum Einschütten des Erzes. Eine besondere Schlackenöffnung ist bei diesem Ofen nicht vorhanden, wie sie an anderen Orten z. B. bei dem Schmelzofen von Lea bei Matlock angebracht ist. Ein einziger großer Schornstein dient zur Aufnahme des Rauches sämmtlicher Flammöfen der Hütte, wie sich aus Fig. 156 ergibt. a a a sind die Oefen, deren Füchse b 18 Zoll weit sind, und alle in einen Hauptkanal e einmünden, der 5 Fuß hoch, und 2½ Fuß breit ist. Von diesem führt wieder ein 6 Fuß hoher und 3 Fuß breiter Kanal d nach der runden, 15 Fuß im Durchmesser haltenden Kammer e, die endlich durch den Kanal f von 7 Fuß Höhe und 5 Fuß Breite in den Schornstein h einmündet. Der Kanal g führt nach einem anderen System von Oefen. Der Schornstein, der in einiger Entfernung von den Oefen auf einem kleinen 60 Fuß hohen Berge steht, hat einen unteren Durchmesser aon 30, einen oberen von 12 Fuß äußerlich, und eine Höhe von 100 Fuß.

Diese großartige Anlage dient jedoch nicht allein zur Reduktion der Erze, sondern hat auch zugleich den Zweck, alle der Gesundheit der

Digitized by Google

Arbeiter nachtheiligen Dämpfe aufzunehmen, und, so viel wie möglich, zu verdichten und niederzuschlagen, um so auch die Vegetation der Umgegend vor schädlichen Einflüssen sicher zu stellen.

Die Erze, die in Holywell verschmolzen werden, sind sehr strengflüssige Bleiglanze, mit Blende, Galmei, Schwefelkies, kohlensaurem Kalk, aber keinem Flußspath, gemengt, die sich einander gegenseitig als Flußmittel dienen. Die Steinkohle ist ziemlich schlecht.

Die Anfertigung des Heerdes aus Schlacken wird in der Art bewirkt, daß man 7 bis 8 Tonnen Schlacke in das untere Mauerwerk des Ofens stürzt, sie nun durch ein lebhaftes Feuer zum Schmelzen bringt, und wenn sie nachher beim allmähligen Abkühlen ziemlich erhärtet ist, die bezweckte Form des Heerdes daraus herstellt. Vier Arbeiter, nämlich zwei an jeder Seite des Ofens, führen diese Arbeit aus.

Der jedesmalige Einsatz beträgt gewöhnlich 20 Zentner, die, wie schon erwähnt, durch den oberen Rumpf eingeschüttet werden. Ein Arbeiter breitet das Erz über den Heerd aus, wobei außer dem noch auf dem Roste brennenden Feuer von der vorhergehenden Schmelzung weiter kein Feuer gegeben wird. Ueberhaupt wird innerhalb der ersten zwei Stunden nur ganz schwach gefeuert, und nur von Zeit zu Zeit eine Schaufel kleiner Kohlen auf den Rost gegeben; dabei bleiben alle Oeffnungen geschlossen, und nur das Register in dem, nach dem Schornstein führenden Rauchkanal wird ein wenig geöffnet. Währenddem ist der Vortiegel noch mit dem von der vorhergehenden Schmelzung gewonnenen Blei und den darauf liegenden Schlacken angefüllt. Ueber dem Stichloch läßt man eine schmale Spalte offen, die aber auch in dem Maße, wie sich im Verlauf der Schmelzung der Heerd mit flüssigem Blei anfüllt, mit Gestübbe zugemacht wird.

Bald nach dem Einsetzen und Ausbreiten der Erze werden die beiden letzten Arbeitslöcher an der Arbeitsseite geöffnet, und die Schlacken aus dem Vortiegel auf den Heerd gebracht. Man öffnet nun das Stichloch, um das aus den Schlacken abgeschiedene Blei abzulassen, während zugleich ein Arbeiter das Erz durch die geöffneten Arbeitslöcher an der Rückseite umsticht, worauf diese wieder zugemacht werden. Demnächst gibt der Schmelzer einige Schaufeln voll Kohlenklein, oder Cinders auf das Erz, und arbeitet das Ganze mit einer eisernen Rührstange kräftig durch. Nach etwa drei Viertelstunden vom Anbeginn der Operation gerechnet, werden die Schlacken, die sich von Neuem in dem Vortiegel angesammelt haben, und mit vielen kohligen Theilen gemengt sind, wieder in den Ofen gebracht, und mit der halbflüssigen Erzmasse durchgerührt, worauf alle Oeffnungen verschlossen werden. Währenddem wird das Blei aus dem Vortiegel geschöpft, und in Formen gegossen. Ist dieß geschehen, so rührt man die Masse auf dem Heerde abermals mittelst der Arbeitslöcher an der Rückseite durch.

Nach Verlauf von etwas über eine Stunde von Anfang der Schmelzung an, wird nun das aus den zuletzt aufgegebenen Schlacken reduzirte Blei abgestochen, wodurch sich der Vortiegel etwa zur Hälfte mit Blei anfüllt, worauf wieder die Erzmasse gerührt wird. Die Temperatur des Ofens ist hiebei noch ziemlich niedrig, und geht nur bis zum schwachen Rothglühen, indem die Hitze mehr durch das Verbrennen des Schwefels beim Rösten der Erze, als durch das schwache Feuer auf dem Roste unterhalten wird. Die Arbeitslöcher an der Vorderseite werden nun mit Ausnahme des zunächst an der Feuerbrücke gelegenen geschlossen, und die in dem Vortiegel angesammelte Schlacke wieder auf den Heerd zurückgegeben.

Anderthalb Stunden nach Anfang der Schmelzung fängt das Blei an, sich in geringer Menge aus den Erzen zu reduziren und auszuscheiden, doch muß man dahin sehen, daß sich innerhalb der ersten zwei Stunden nur wenig Blei ausscheidet, und die Masse nicht zu flüssig wird. Die Arbeiter öffnen nunmehr sämmtliche Arbeitslöcher, und wenden

Digitized by Google

die Masse überall sorgfältig um. Sieben Viertelstunden nach Beginn der Schmelzung bemerkt man nur noch wenig Schwefeldämpfe im Ofen, und die Temperatur ist ziemlich gesunken, auch scheidet sich kein Blei mehr aus der Masse ab. Das Feuer auf dem Roste wird nun wieder etwas stärker geschürt, und alle Oeffnungen geschlossen.

Wenn nach Verlauf von zwei Stunden das erste, oder Röstfeuer zu Ende ist, so wird ein etwas lebhafteres Feuer angemacht und 25 Minuten lang unterhalten (das zweite Feuer), wobei die Temperatur bis zu einer ziemlich lebhaften Rothglühhitze steigt, und das Blei in Menge sich am Grunde des Herdes ansammelt; dabei sucht der Schmelzer die Schlacken mit seiner Rührstange soviel wie möglich nach dem höheren Theile des Heerdes zu schieben, wo sie von einem anderen Arbeiter gleichförmig ausgebreitet werden. Man gibt nun durch das mittelste Arbeitsloch einige Schaufeln gebrannten Kalk auf das Blei, worauf man die Erz und Schlacke haltige Masse eine Viertelstunde lang umwendet, sie dabei aber immer nach der höheren Seite des Heerdes hinschiebt und hier ausbreitet. Nach Verlauf dieser Zeit läßt man die Masse bei offenen Thüren noch etwas in Ruhe, damit das metallische Blei, das mit den Schlacken zurückgeschoben war, Zeit gewinnt, in die Tiefe des Heerdes herabzufließen.

Bald darauf machen sich die Arbeiter wieder daran, die Schlacken und das Erz umzuwenden, und drei Stunden nach Anfang der Schmelzung wird wieder etwas stärkeres Feuer gegeben, nur um die Masse während des Rührens in mäßiger Hitze zu erhalten. Zehn Minuten später folgt das dritte noch stärkere Feuer, wobei das Register ganz aufgemacht, die Seitenöffnungen im Ofen aber geschlossen werden, und dieser nun drei Viertelstunden lang sich selbst überlassen bleibt. Nach vier Stunden vom Beginn der Schmelzung werden alle Thüren geöffnet, die Oberfläche der Masse geebnet, um das vollständige Ablaufen des Bleies zu befördern, und das Erz mit der Schlacke wieder durchgearbeitet und gut ausgebreitet. Man gibt jetzt eine zweite Portion Kalk in den Ofen, in der Absicht, nicht nur dem Blei eine Decke zu geben und es vor der Oxydation zu sichern, sondern auch, um die Schlacken etwas strengflüssiger zu machen.

Zehn Minuten nach Beendigung des dritten Feuers wird das Feuer auf dem Rost abermals verstärkt (viertes Feuer), und wenn nach 4 Stunden und 40 Minuten von Anfang an auch dieses vierte Feuer zu Ende ist, werden alle Oeffnungen des Ofens freigemacht, das Blei abgestochen und etwas Kalk auf die in dem Ofen befindlichen Schlacken geworfen, worauf diese wieder auf die höherliegende Heerdseite geschoben und hier ausgebreitet werden.

Die ganze Schmelzung dauert etwa 4½ bis höchstens 5 Stunden, und kann in vier Perioden getheilt werden:

1) Die erste, das erste Feuer, dient zum Rösten des Bleiglanzes, erfordert nur eine geringe Hitze und dauert zwei Stunden,

2) Das zweite Feuer oder die eigentliche Schmelzung macht schon einen höheren Hitzgrad bei geschlossenen Oeffnungen nöthig. Zu Ende dieser Periode werden die Schlacken durch Kalkzusatz strengflüssiger gemacht und der Ofen ein wenig abkühlen gelassen.

3) und 4), das dritte und vierte Feuer dienen ebenfalls zur Reduktion des Bleioxydes, und weichen von dem zweiten nur durch die größere Glühhitze ab, die bei ihnen gegeben wird. Beim vierten Feuer erreicht die Hitze den höchsten Punkt. Die ganze Form und die Dimensionen des Ofens sind so gewählt, daß alle Theile des Heerdes ganz gleiche Hitze bekommen.

Um das Blei in dem Vortiegel schon etwas zu reinigen, taucht man wohl Stangen von grünem Holz in dasselbe, wodurch ein lebhaftes Aufsprudeln durch Entwicklung von Wasserdämpfen und gasartigen Zer-

Digitized by Google

setzungsprodukten entsteht, welches die Abscheidung der Schlacke befördert, mithin das Blei reinigt, die Ausbeute an Blei jedoch nicht vermehrt.

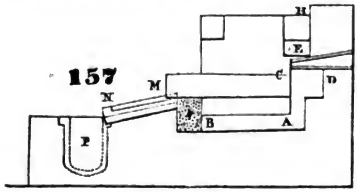
Bei Holywell werden 10 Ztr. Steinkohlen zum Verschmelzen von 1 Tonne (= 2171 Pr. Pfd.) Schlich verbraucht. In Grassington bei Skipton in Yorkshire dagegen, wo in ganz ähnlichen Oefen, aber bei geringerer Hitze, gearbeitet wird, dauert jede Schmelzung etwa 7 bis 7½ Stunden, wobei der Kohlenaufwand nur 7½ Ztr. beträgt. Das Erz ist hier aber weniger strengflüssig, indem es mit Flußspath zusammen vorkommt, und wird vollständiger zu Gute gemacht, weil der Heerd flacher ist. Die Theorie dieser Schmelzarbeiten besteht in Folgendem: Das erste Feuer bezweckt nur, das Bleierz zu rösten, d. h. den Schwefel zu verbrennen und das Blei zu oxydiren, ein Zweck der jedoch nie vollständig erreicht wird, so daß allemal ein Theil des Schwefelbleies unzersetzt bleibt. Der Schwefel geht beim Verbrennen theils in schweflichte Säure über, die sich verflüchtigt, theils in Schwefelsäure, die mit einem Theile des gleichzeitig gebildeten Bleioxyds zu schwefelsaurem Bleioxyd zusammentritt, so daß mithin die geröstete Masse in einer Mischung von Schwefelblei, schwefelsaurem Bleioxyd, und Bleioxyd besteht, deren relative Mengen von der Sorgfalt abhängen, die auf die Leitung des Prozesses verwandt wurde. Nach beendigter Röstung wird die Hitze gesteigert, um die Masse in einen weichen halbflüssigen Zustand zu bringen, in welchem nun eine Wechselwirkung zwischen dem Bleioxyd und dem schwefelsauren Bleioxyd auf der einen und dem Schwefelblei auf der anderen Seite eintritt, in Folge deren eine niedrigere Schwefelungsstufe des Bleies, Unterschwefelblei, entsteht. Dieses Unterschwefelblei aber existirt nur bei höherer Temperatur; wogegen es bei niederer in metallisches Blei und Einfachschwefelblei zerfällt. Durch das jedesmalige Abkühlen des Ofens also findet diese Abscheidung und Ausseigerung von metallischem Blei Statt, während das dabei entstandene Einfachschwefelblei in der demnächst gegebenen höheren Temperatur wiederum durch die Einwirkung des schwefelsauren Bleioxyds in Unterschwefelblei umgewandelt wird. Diese abwechselnde Bildung von Unterschwefelblei durch Erhöhung der Temperatur, und seine Zersetzung in metallisches Blei und Einfachschwefelblei bei verminderter Hitze bilden, nebst der anfänglichen Röstung den wesentlichen Vorgang der Bleiarbeit, wie sie zu Holywell, Grassington und Cornwall betrieben wird. Der Kalkzusatz hat hauptsächlich den Zweck, das schwefelsaure Blei zu zersetzen, und Bleioxyd in Freiheit zu setzen, welches noch weit leichter als das schwefelsaure Blei sich mit Schwefelblei zu metallischem Blei zersetzt. Zugleich dient er dazu, die Verdickung der Schlacke auf mechanischem Wege zu befördern. Auch das Eisen der eisernen Rührstangen spielt bei dem Schmelzprozesse eine Rolle, indem es mit dem Schwefelblei in Wechselwirkung tritt, und, wie bei der Niederschlagsarbeit, metallisches Blei, unter Bildung von Schwefeleisen, abscheidet. Die eisernen Gezähe werden daher sehr schnell abgenutzt, und müssen häufig erneuert werden. Die kleine Menge von Kohle, die in Grassington, zuweilen auch in Holywell zugegeben wird, trägt zur Reduction des Bleioxydes und des gebildeten schwefelsauren Bleioxydes mit bei.

Die Schmelzarbeit im Flammofen ist besonders in sofern interessant, als hier der noch ungeröstete Theil des Schwefelbleies als Reduktionsmittel für den oxydirten Theil dient, ohne daß es im Allgemeinen eines weiteren reduzirenden Stoffes bedürfte, und nur zu Ende der Operation, wo wenig, oder kein Schwefelblei mehr vorhanden ist, kann es nöthig werden, eine geringe Menge von Kohle auf den Heerd zu bringen, um einen Theil des schwefelsauren Bleioxydes zu Schwefelblei zu reduziren, und so die nöthige Menge dieses letzteren wieder zu erlangen.

2) Der schottische Ofen (ore hearth); ein ganz niedriger Schachtofen, dessen innere Höhe 22 bis 24 Zoll, und dessen Querschnitt im Allgemeinen nur 1½ Fuß beträgt, jedoch nicht überall gleich ist, sondern

Digitized by Google

in verschiedenen Höhen verschieden ist. (M. s. Fig. 157.) Die inneren Wände, sowie die Sohle dieses Ofens, bestehen aus Gußeisen. A B ist



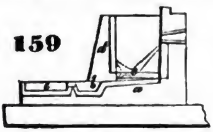
die gußeiserne Sohlplatte von 2¼ Zoll Dicke, die an beiden Seiten, und nach hinten mit einem 2½ Zoll dicken und 4½ Zoll hohen aufstehenden Rande versehen ist. Vor dieser Sohlplatte liegt eine andere gußeiserne Platte, M N, der Werkstein (work-stone), die ebenfalls an ihren Seiten, mit Ausnahme der, der Sohlplatte zugewandten, mit einem einzölligen Rande umgeben ist. Dieser Werkstein hat eine schräg abwärts geneigte Lage, berührt aber nicht die Sohlplatte, sondern liegt mit dem hinteren Ende etwa 4¼ Zoll höher als jene und steht auch in horizontaler Richtung einige Zolle von ihr ab, so daß ein Zwischenraum q. entsteht, der mit einer angefeuchteten Mengung von Knochenasche und Bleiglanz vollgestampft wird. Es entsteht so eine für das Blei undurchdringliche Ausfüllung, über welcher dasselbe, nachdem es in dem Heerde bis zu der Höhe des Werksteins gestiegen ist, abfließt und durch eine Rinne in der oberen Fläche desselben in einen gußeisernen Kessel oder eine Vertiefung P gelangt. Auf dem hinteren Rande der Sohlplatte B A liegt das gußeiserne Querstück C D von 28 Zoll Länge und 6¼ Zoll Höhe, der Rückstein (back stone), auf welchem die Blasform aufliegt. Dieser Rückstein trägt wieder das Stück E, den Formstein (pipe stone), dessen untere Seite einen Ausschnitt zur Aufnahme der Form besitzt, und der zwei Zoll über den Rückstein vorspringt, wodurch also eine geringe Verengung des Ofenschachtes bedingt wird. Auf dem Formstein E endlich liegt wieder der gußeiserne Rückstein H, der somit die Rückseite der Gicht bildet. Die beiden Seitenränder der Sohlplatte tragen die gußeisernen, 26 Zoll langen und 5 Zoll im Quadrat haltenden Seitenstücke C M, die einige Zolle über der Werkplatte M N vorragen, und mit dazu dienen, ihre unverrückte feste Lage zu sichern. Auf diesen Seitenstücken ruhen zwei andere gußeiserne Seitenstücke von der Dicke des Rücksteins, deren hintere Enden zugleich dem Blasebalg zur vorderen Unterstützung dienen. Die oberen Seitenwände werden durch gußeiserne Platten (key stones) gebildet, und nun der ganze, aus einzelnen Stücken zusammengesetzte Ofen mit einem Mauerwerk von feuerfesten Steinen umgeben. Die Vorderseite oder Brust des Ofens bleibt bis zu einer Höhe von ungefähr 12 Zoll über dem Werkstein ganz offen, so daß der Schmelzer durch diese Oeffnung den Inhalt des Ofens beobachten und bearbeiten kann. Die obere Begrenzung dieser Oeffnung wird durch ein Stück Gußeisen, dem fore-stone, gebildet, das mit dem Rückstein H ganz gleiche Dimensionen hat.

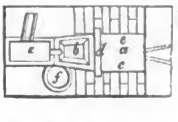
Da der heftige Luftstrom eine nicht unbeträchtliche Menge feiner Erztheilchen mechanisch mit fortführt, so sucht man diese dadurch wieder zu gewinnen, daß man den Rauch des Ofens durch einen langen, schwach aufwärts steigenden Kanal streichen läßt, in welchem sich die staubigen Erztheilchen niederschlagen und so wieder gewonnen werden. Nicht selten hat dieser Kanal eine Länge von 300 Fuß, bei 5 Fuß Höhe und 3 Fuß Breite, und mündet jederzeit in einen Hauptschornstein ein. Die Erztheilchen, die sich in dem vorderen Theile dieses Kanals ab-

Digitized by Google

Kanals abſetzen, müſſen behuf ihrer Verarbeitung gewaſchen werden, bei den übrigen iſt dieß nicht nothwendig. Hat man eine Quantität ſolcher Niederſchläge aus dem Kanal geſammelt, ſo gibt man ſie beim Roſten friſcher Erze mit in den Röſtofen, oder auch ohne alle weitere Vorbereitung auf den Krummofen.

4) Der Krummofen (slag hearth), ſteht im Allgemeinen dem ſchottiſchen Ofen ganz nahe. Fig. 158 und 159 ſtellen einen Grundriß und

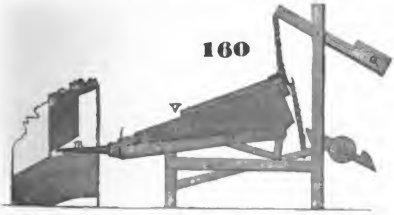




vertikalen Durchſchnitt des Krummofens dar, wie er bei Alſton Moor in Cumberland zur Reduktion der Bleiſchlacke in Gebrauch iſt. Der viereckige Schacht dieſes Ofens hat von der Sohlplatte bis zur Gicht eine Höhe von 40 Zoll, der horizontale Querſchnitt in der Richtung der Längenerſtreckung des Ofens 26 Zoll, in der Breite 22 Zoll. a iſt die gußeiſerne Sohlplatte, die in ſchräg geneigter Lage nach dem Vorheerd b führt. Zu beiden Seiten der Sohlplatte liegen die ſtarken eiſernen Balken c c, von 7 Zoll Höhe, die den gemauerten Seitenwänden des Ofens zur Unterlage dienen. Die Vorderwand, fore-stone, des Ofens wird durch eine gegoſſene eiſerne Platte d gebildet, die nicht ganz bis auf die Sohlplatte herab reicht, ſondern auf den vorſpringenden Enden der Tragbalken c c ruht, folglich 7 Zoll von der Sohlplatte abſteht, wodurch alſo eine eben ſo breite Oeffnung in der Vorderwand des Ofens gebildet wird, in welcher man nachher das Stichloch anbringt.

Die Rückwand des Ofens iſt zum Theil, nämlich bis zur Höhe der Form, aus einer Eiſenplatte, zum Theil aus feuerfeſten Steinen konſtruirt. In dem unteren Raume des Ofens wird der eigentliche Heerd aus klein gepochten Kokes auf die Art hergeſtellt, daß man die Kokes im angefeuchteten Zuſtande in den unteren Ofenraum feſt einſtampft, und nun eine flach pyramidale Vertiefung, von deren tiefſtem Punkte das Stichloch ausgeht, ausſchneidet. Die Geſtalt dieſes Kokeheerdes iſt in der Figur durch punktirte Linien dargeſtellt. Beim Abſtechen fließt ſowohl das metalliſche Blei, wie auch die Schlacke in den Stichheerd b, die ihrer Leichtigkeit wegen auf dem Blei ſchwimmende Schlacke aber läuft durch einen Ausſchnitt in der einen Wand des Vorheerdes in den Behälter e, der mit fließendem kalten Waſſer angefüllt iſt, wodurch die Schlacke abgeſchreckt wird und eine ſolche Sprödigkeit erlangt, daß ſie ſich leicht zerſtoßen läßt und beim demnächſtigen Verwaſchen die eingemengten Bleikörnchen abgibt. Das in dem Vorheerd angeſammelte Blei dagegen ſticht man in den ſeitlich angebrachten Sumpf f ab.

Das Gebläſe der Krummöfen beſteht gewöhnlich in hölzernen Blaſebälgen, von der in Fig. 160 abgebildeten Einrichtung; auf dem Bleiwerke von Lea bei Matlock dagegen iſt eine andere Art Gebläſe, das aus zwei hölzernen Kaſten beſteht, die auf einer horizontalen Achſe beweglich, und durch eine Scheidewand in zwei Abtheilungen ge-



Digitized by Google

theilt sind. Diese Scheidewand hat unten eine Oeffnung, wodurch die beiden Abtheilungen des Kastens in Kommunikation stehen, so daß, wenn der Kasten zur Hälfte mit Wasser gefüllt und abwechselnd bald auf die eine bald auf die andere Seite geneigt wird, das Wasser bald diese, bald jene Abtheilung anfüllt, und die darin befindliche Luft austreibt, und der Blaseform zuführt. Durch Ventile ist dafür gesorgt, daß das Ausströmen der Luft nur durch die Blasform, das Einströmen in die Kasten dagegen nur durch eigene Seitenöffnungen Statt findet.

Nach Beschreibung dieser drei bei der Bleiarbeit in England besonders in Gebrauch stehenden Oefen, des Flammofens, des schottischen und des Krummofens, kommen wir zur Bleiarbeit selbst.

Die Schmelzarbeit in dem Flammofen, die nur allein in Derbyshire und einigen Hütten von Alston Moor gebräuchlich ist, ist bereits bei der Beschreibung dieses Ofens entwickelt, es mögen jedoch hier noch einige Bemerkungen darüber Platz finden. Die Beschickung selbst besteht gewöhnlich in 16 Zentnern (zu 120 Pfund Avoirdupois) einer innigen Mischung von 5, 6, 7 oder 8 Sorten Bleiglanz aus verschiedenen Gruben, die auch auf verschiedene Weise aufbereitet werden. Das angemessenste Gewichtsverhältniß der einzelnen Erzmengen zu einander ist durch langjährige Erfahrung ermittelt, und von großem Einfluß auf den günstigen Erfolg. Auch die Größe des Korns ist keineswegs gleichgültig, das Erz darf weder in Gestalt von feinem Schliech, noch auch zu grobkörnig sein, weil im ersteren Falle die Körnchen zu fest auf einander liegen, und der Luft den zur Röstung nöthigen Zutritt versperren, im letzteren Falle aber der Luft zu wenig Oberfläche darbieten würden. Die Bleierze sind zum Theil sehr rein und geben an 75 Proz. Blei aus, gewöhnlich aber enthalten sie ziemlich beträchtliche Mengen von Kalk- und Flußspath, wo sie dann nur 65 bis selbst 23 Proz. Blei liefern. Die einzelnen Schmelzungen folgen unmittelbar auf einander, und geben Tag und Nacht durch, wobei die Arbeiter in 7 bis stündigen Schichten wechseln. Im großen Durchschnitt werden 66 Proz. Blei aus den Erzen ausgebracht.

Das Durchsetzen der Schlacken über dem Krummofen geschieht folgendermaßen: Man zerschlägt die schwarze in den Flammofen gefallene Schlacke mit Handhämmern in kleine Stücke, mischt sie mit einer angemessenen Menge von Cinders, d. h. den kleinen Kohlen, die durch den Rost des Flammofens hindurchfallen, und gibt eine Quantität des bleihaltigen Staubes aus den Kondensationskanälen, so wie auch einen Theil der bei der Aufbereitung abgefallenen ganz armen, größtentheils aus Gangart (Fluß- und Kalkspath) bestehenden Erze hinzu. Mit dieser Beschickung füllt man den bereits beschriebenen Krummofen, Fig. 158 und 159, und läßt das Gebläse an. Durch gleichzeitige Einwirkung der Hitze und der Kohle wird nun das Blei reduzirt, die erdigen Beimengungen aber in eine sehr leichtflüssige Schlacke zusammengeschmolzen, die nebst dem Blei auf den Heerd des Ofens herabsinkt. Durch Aufgeben von etwas gebranntem Kalk verdickt man nunmehr die Schlacke, um sie von dem Blei abziehen zu können; worauf man dieses in eiserne Eingüsse schöpft.

Das so gewonnene Blei heißt Schlackenblei (slag-lead) ist härter und klingender als das Blei aus dem Flammofen, und wird zu einigen Zwecken, z. B. zur Bereitung der Mennige und zur Schrotfabrikation dem weichen Blei vorgezogen.

Verschmelzen der Bleierze im schottischen Ofen. Die schottischen Oefen sind in Northumberland, Cumberland und Durham bei der Bleiarbeit allgemein in Gebrauch, und dienten früher zum Verschmelzen der rohen, ungerösteten Erze, wogegen jetzt nur geröstete Erze in ihnen verschmolzen werden, die im schottischen Ofen eine größere Ausbeute an Blei liefern, als roher Bleiglanz.

Zum Rösten der Bleierze dienen ganz ähnliche Flammöfen, wie der

Digitized by Google

oben beschriebene. Man besetzt sie zur Zeit mit 9 bis 11 Ztr. Erz, ohne allen Zuschlag, und röstet innerhalb 8 Stunden drei solche Röstposten ab. Es kommt hierbei darauf an, das Feuer so zu reguliren, daß sich beständig ein starker Rauch entwickelt, und daß die Hitze nie so hoch steigt, um das Erz zum Schmelzen zu bringen, oder eine Schlackenbildung einzuleiten, weil jede Schmelzung die Porosität der Masse vermindern, und dadurch den Hauptzweck der Röstung, nämlich das Verbrennen des Schwefels und Antimons, und die Oxydation des Bleies beeinträchtigen würde. Um der Luft den Zutritt zu jedem Theilchen der Masse möglichst zu erleichtern, wendet man sie während der Röstung häufig, und breitet sie abwechselnd bald an der Seite der Feue rbrücke bald in der Nähe des Fuchses auf dem Heerde aus. Um zu verhüten, daß das geröstete Erz beim nachherigen Erkalten nicht zu größeren festen Massen zusammenbackt, und erhärtet, zieht man es sogleich nach beendigter Röstung aus dem Ofen, und wirft es in ein Faß mit kaltem Wasser, das unmittelbar unter einer der Seitenthüren des Ofens steht.

Soll nun das so geröstete Erz im schottischen Ofen reduzirt werden, so geht man dabei in folgender Art zu Werke: Nach Beendigung jeder Schmelzung bleibt ein Theil des Erzes (browse) mit Kokes und Zinders im halbflüssigen Zustande zurück. Hiebei hat man die Beobachtung gemacht, daß es zweckmäßiger ist, diese unreine Masse für den Anfang einer nächsten Schmelzung aufzubewahren und zu verwenden, als gleich mit rohem oder geröstetem Bleiganz anzufangen.

Um den Ofen zuerst in Gang zu setzen, füllt man ihn mit Torfziegeln an, die an der Vorderseite des Ofens regelmäßig aufgesetzt, an der Formseite dagegen unregelmäßig eingeschüttet werden. Indem man nun einen brennenden Torfziegel vor die Form bringt, und das Gebläse anläßt, breitet sich das Feuer augenblicklich durch die ganze Torfmasse aus. Um die Hitze zu verstärken, und ein mehr anhaltendes Feuer hervorzubringen, gibt man einige Schaufeln Steinkohlen auf den Torf, worauf nun eine Portion des unreinen kohlenhaltigen Erzes (browse) eingetragen wird. Jetzt zieht der Arbeiter mittelst eines großen eisernen Hackens (the gowelock) den größten Theil des Inhaltes aus dem Ofen auf den Werkstein, und nimmt die Grauschlacke, den unreduzirten Theil des Erzes, die ein geschickter Arbeiter leicht von der Browse durch ihren größeren Glanz unterscheidet, mit einer Kelle ab, und wirft sie zur Seite. Die Browse dagegen bringt er, nöthigenfalls mit Zusatz von ein wenig Kohle, in den Ofen zurück. Zeigt es sich hier, daß die Grauschlacke nicht vollständig beseitigt worden ist, was man daran erkennen kann, daß die Masse eine mehr weiche Konsistenz hat, und sehr geneigt ist, zu schmelzen, so wird ein Zusatz von Kalk gegeben, der sich mit der Thonerde, Kieselerde und dem Eisenoxyd zu schweren schmelzbaren Verbindungen vereinigt, und der Masse die Gestalt ziemlich fester poröser Klumpen ertheilt. Wenn auf der anderen Seite durch Gegenwart von zuviel Thonerde oder Kieselerde die Masse allzustrengflüssig ist, so ist gleichfalls ein Kalkzusatz, wiewohl in sehr geringer Menge, erforderlich, welcher dann die zur Klumpenbildung nöthige weiche Konsistenz der Masse hervorruft. Diese Klumpen oder Grauschlacke sind bleihaltig, werden aber, da sie zu ihrem Verschmelzen einer höheren Temperatur bedürfen, wie oben gesagt, beseitigt, um demnächst über dem Krummofen durchgesetzt zu werden.

Ist nun die Browse in den Ofen zurückgegeben, so streut man ein Paar Schaufeln voll geröstetes Erz darüber, wobei jedoch die Vorsicht beobachtet werden muß, jedesmal vor dem Aufbringen von Erz, einen halben Torfziegel vor die Form zu legen, wodurch der Wind mehr gleichmäßig durch den ganzen Ofenraum verbreitet wird. Nach Verlauf von 10 bis 15 Minuten, je nach den Umständen, wird der Inhalt des Ofens; abermals auf den Werkstein gezogen, und die Grauschlacke beseitigt, die Browse in den Ofen zurückgebracht, ein halber Torfziegel wieder

Digitized by Google

vor die Form gelegt, und eine frische Portion geröstetes Erz aufgeschüttet, diese wieder eingeschmolzen und so fort.

In Zeit von 14 bis 15 Stunden, einer Schmelzschicht (smelting shift) werden 20 bis 40 Ztr. Blei gewonnen.

Die Ursache der Reinheit des Bleies, das im schottischen Ofen erzielt wird, scheint in der niedrigen Temperatur zu liegen, die in diesen Oefen herrscht, und in Folge deren nur allein das Blei und etwa das vorhandene Silber reduzirt und abgeschieden wird, ohne daß andere Substanzen, die die Güte des Bleies beeinträchtigen könnten, bei der geringen Hitze Gelegenheit finden, sich mit ihm zu verbinden.

Das Verschmelzen oder Durchsetzen der Grauschlacke des schottischen Ofens über den bereits beschriebenen Krummofen, Fig. 158 und 159. Gerade so, wie beim Beginn der Arbeit im schottischen Ofen, wird auch der Krummofen zuerst mit Torfziegeln ausgesetzt, diese in Brand gesetzt, und das Gebläse angelassen. Ist der Torf in vollem Brand, so bringt man eine Lage Kokes auf, und wenn auch diese brennen, eine Lage Grauschlacke. In dem Maße, wie die Gichten allmälig herabgehen, gibt man nun abwechselnd Kokes und Schlacken auf. Zwar steigt die Hitze im Ofen so hoch, daß auch die Schlacken völlig zum Fluß kommen, doch trennen sich diese von dem metallischen Blei nicht nur durch das verschiedene spezifische Gewicht, sondern auch dadurch, daß das Blei leicht durch die untere Lage von Torfkohle hindurch filtrirt, während die Schlacke ihrer Zähigkeit wegen nicht hindurch geht. Während sich also das Blei in dem Vorheerd ansammelt, bleibt die Schlacke auf dem Heerde des Ofens, wird aber, wenn sie sich in gewisser Menge gesammelt hat, abgestochen, wo sie dann über den Vorheerd in den Wasserbehälter fließt, um hier abgeschreckt zu werden.

Außer den im Vorhergehenden beschriebenen Reduktionsmethoden ist noch eine anzuführen, die zwar in England nicht in Gebrauch ist, auf dem Kontinent dagegen vielfach angewendet wird, und darin besteht, daß man den ungerösteten Bleiglanz theils mit metallischem Eisen, theils mit Eisenoxydhaltigen Zuschlägen verschmilzt. Durch das Spiel der einfachen Wahlverwandtschaft tritt hier das Eisen mit dem Schwefel zu Schwefeleisen zusammen, während das Blei metallisch ausgeschieden wird. Bei Anwendung von Eisenoxyd oder eisenoxydhaltender Zuschläge, als Eisenstein, Frischschlacke u. dgl. findet ganz derselbe Vorgang Statt, nur daß hier erst durch Einwirkung der ohnehin als Brennmaterial erforderlichen Kohle das Eisenoxyd reduzirt wird. Man nennt diesen Prozeß, zumal dann, wenn er geradezu mit metallischem Eisen ausgeführt wird, die Niederschlagsarbeit. Sie wird gewöhnlich in Schachtöfen, mitunter aber in Flammöfen vorgenommen.

In Viconago im Velais versuchte man, die Niederschlagsarbeit im Flammofen, so wie sie bei Vienne, Depart. der Isère, in Ausübung ist, einzuführen, sah sich aber, der Schwierigkeit wegen, das benöthigte metallische Eisen herbeizuschaffen, genöthigt, davon wieder abzugehen, und kam so auf den folgenden gemischten Prozeß. Man breitet zuerst 10 Ztr. Erz von mittlerem Bleigehalt auf dem Heerd des Flammofens aus, gibt eine Zeit lang Feuer, um das Erz zu rösten, und verstärkt nach Verlauf von 3 oder 4 Stunden, wo die Röstung beendigt ist, das Feuer, bis zum vollständigen Schmelzen sämmtlicher auf dem Heerde befindlicher Massen, und rührt nun einige Schaufeln voll Kohlenklein oder Cinders hinzu, wodurch alsbald eine Verdickung der Masse unter Ausscheidung von metallischem Blei eintritt. Auf diese Art werden schon $^3/_4$ von dem Bleigehalt der Erze ausgebracht, die Masse wird jedoch bald so zähe und fest, daß sie kein Blei mehr ausgibt. Nunmehr bringt man gepochten und gewaschenen Spatheisenstein in dem Verhältniß von ungefähr $^1/_{10}$ der Erze auf den Heerd, arbeitet Alles gut mit einander durch, und zieht die so entstandene dick breiartige Masse

Digitized by Google

von dem Heerde ab. Nach dem Erkalten wird sie in Stücke zerschlagen und nunmehr ohne allen Zusatz eines Flußmittels über einem Krummofen durchgesetzt, wobei fast der ganze Bleigehalt gewonnen wird. 100 Ztr. Schliech liefern bei diesem Schmelzverfahren 45 Ztr. silberhaltiges Blei, und auf die 100 Ztr. verläufliches Blei werden 140 Kubikfuß Buchenholz und 357½ Ztr. Holzkohle verbrannt.

Die Reduktion oder das Frischen der bei der Treibarbeit gewonnenen Glätte im Flammofen.

Die Glätte, die bei der Treibarbeit in Alston Moor fällt, kommt selten als solche in den Handel, sondern wird fast immer in einem Flammofen verfrischt. Man bedeckt zu dem Ende zuerst den Heerd des Flammofens mit einer etwa 2 Zoll dicken Lage von Steinkohlenklein, das sich durch die Flamme von dem Roste bald entzündet, und so in eine Lage rothglühender Cinders übergeht. Auf diese bringt man nun eine Lage Glätte, mit Kohlenklein gemischt, und unterhält auf dem Roste ein mäßiges, zur Reduction des Bleioxydes hinreichendes Feuer, worauf, nach beendigter Frischung, das Blei abgestochen, und in einen eisernen Vortiegel gelassen wird. Aus diesem schöpft man es dann in eiserne Mulden, um so die Blöcke von etwa 50 Pfund zu erhalten, in denen es nun unter dem Namen von Weichblei oder Frischblei (refined lead) in den Handel kommt.

Die Menge von Kohle, die man mit der Glätte mischt, muß etwas geringer sein, als sie zur vollständigen Reduktion der Glätte nöthig ist, weil, falls im Verlauf der Arbeit ein Mangel an Kohle eintritt, nichts leichter ist, als noch ein wenig nachzugeben, während ein Ueberschuß von Kohle nur zu einer Vermehrung der Schlacke beiträgt, die zu Ende der Arbeit, vor Anfang einer neuen Frischung abgezogen und über die Halde gestürzt wird, und einen gewissen Verlust an mechanisch eingeschlossenem Blei bedingt. In 9 bis 10 Stunden werden in dem Flammofen 6 Fodders (zu 21 bis 24 Ztr.) Blei reduzirt; wobei die ersten 6 Stunden zum allmähligen Eintragen der Glätte vergehen. Das Glättefrischen geht weit weniger gut von Statten, wenn Glätte und Kohle in Gestalt von feinem Pulver in Arbeit genommen werden, als wenn sie weniger fein zertheilt sind, weil die Hitze durch eine fein pulverförmige Masse nicht so schnell hindurch wirken kann, als auf eine mehr grobkörnige, poröse Masse. Die Hitze darf übrigens nicht so hoch steigen, daß die Glätte zum Schmelzen kommt.

Den Heerd von der Treibarbeit, so wie die Schlacke vom Glättefrischen, die in einer Mischung von kleinen Kokestückchen, Asche und Eisenoxyd, mehr oder weniger mit Bleioxyd imprägnirt, besteht, schmilzt man nachher im Krummofen bei Kokesfeuerung und mit Zusatz der als Flußmittel dienenden schwarzen Schlacke ein, welche in dem Krummofen selbst fällt und zum Behuf ihrer Verwendung in dünne Platten ausgegossen und nach dem Erkalten in kleine Stücke zerbrochen wird. Das von diesem Heerd- und Schlackenschmelzen erfolgende Blei ist gewöhnlich sehr weiß und hart, und einer Verbesserung nicht wohl fähig.

Dufrénoy und Beaumont halten die Bleiarbeit im Flammofen, so wie sie in Derbyshire in Betrieb ist, für zweckmäßiger, als die in der Bretagne übliche Art der Verschmelzung im Krummofen, weil diese nur selten ein ganz gleichförmiges Produkt liefert, größeren Bleiverlust und bedeutenderen Aufwand an Brennmaterial herbeiführt.

Das gemischte Schmelzverfahren, wie es in Cumberland in Gebrauch ist, wonach man den Bleiglanz zuerst röstet und nachher in kleinen Oefen nach Art der Schottischen verschmilzt, scheint eine etwas geringere Ausbeute an Blei zu gewähren, als wenn beide Arbeiten, die Röstung und Schmelzung, wie dieß in Derbyshire geschieht, in demselben Flammofen vorgenommen werden. Doch soll nach Forster (in dessen Treatise on a Section of the strata from Newcastle upon Tyne etc.) dieser kleine Bleiverlust durch einen bedeutend geringeren Verbrauch an Brenn-

Digitized by Google

material, größere Schnelligkeit und hauptsächlich durch größere Reinheit des im schottischen Ofen verblasenen Bleies weit überwogen werden.

Beim Treiben und nachherigen Anfrischen verliert das letztere nur $^1/_{11}$, bis $^1/_{15}$, das im Flammofen dargestellte dagegen oft $^1/_6$. Außerdem kann das erstere schon mit Vortheil der Treibarbeit unterworfen werden, wenn es pr. Fodder (von 20 Ztr. poids de marc) nur 10 Loth Silber hält, das letztere dagegen nur bei einem Silbergehalt von 20 Loth pr. Fodder; da ferner bei der englischen Treibarbeit das Abstreichen von schwarzer Glätte nicht gebräuchlich ist, so ist die Glätte von dem im Flammofen dargestellten Blei so unrein, daß sie nicht als solche in den Handel gebracht werden kann, während das Blei vom schottischen Ofen eine sehr gute Glätte liefert. Das Ausführlichere über die Treibarbeit findet man in dem Artikel „Silber."

Bei der Mannichfaltigkeit der Verfahrungsarten der Bleiarbeit dürfte die folgende Zusammenstellung nicht ohne Interesse sein.

		Beschickung.	Ort der Verhüttung.
I. Klasse Bleiarbeit im Flammofen.	A. Entschwefelung durch Röstung.	1. Reines Erz.	Pesey, Spanien u. andere
		2. Erze, deren Gangart aus Salzen besteht.	England im Allgemeinen.
		3. Erze mit erdiger Gangart.	Viconago in Frankreich u. Redruth in Cornwall.
	B. Entschwefelung durch Eisen.	4. Erze nebst Bleistein.	Vienne, Poullaouen und Tarnowitz.

		Beschickung.	Produkt der Schmelzung.	Ort der Verhüttung.
II. Klasse. Bleiarbeit in Schachtöfen, meistens schottischen Oefen, zum Theil, wie z. B. am Harz in Hohöfen.	A. Schmelzarbeit nach vorhergegangener Röstung auf Haufen oder in Flammöfen.	5. Erze, deren Schlacken aus verschiedenen Silikaten bestehen.	Bleistein und Werkblei.	Viele Orte.
			Werkblei ohne Bleistein.	Villefort.
		6. Erze, die eine sehr kompakte kieselhaltige Schlacke geben.	Bleistein und Werkblei.	Viele Orte.
			Werkblei.	Pont Gibaut.
	B. Niederschlagsarbeit	7. Erze, deren Schlacke aus Silikaten und Subsilikaten besteht.	Bleistein und Werkblei.	Bad Ems, Harz, Tarnowitz.
			Armer Bleistein und Werkblei.	Tarnowitz.

Die jährliche Bleiproduktion von Europa kann auf etwa 80000 Tons (173680000 Pr. Pfd.) angeschlagen werden, von welchen England allein vier Siebentel, Spanien zwei Siebentel, Deutschland und das übrige Europa ein Siebentel produzirt. Frankreich liefert nur $^1/_{100}$ des Ganzen und nur $^1/_{50}$ des eigenen Bedarfs.

Bleichen. (Bleaching, Blanchiment.) Die Operation, mittelst deren die organische Faser, als Baumwolle, Flachs, Hanf, Wolle, Seide, und die aus diesen Materialien gewebten Zeuge, so wie auch andere vegetabilische und animalische Substanzen des ihnen gewöhnlich anhängenden Farbstoffes entledigt und in fast, oder ganz weißem Zustande hergestellt werden. Die beiden englischen Zeitwörter, to bleach und to blanch, die beide von dem französischen blanchir abstammen, werden in sofern in verschiedenem Sinne gebraucht, als man mit dem ersteren das eigent-

Digitized by Google

liche Bleichen, nach der eben gegebenen Definition, mit dem Worte to blanch dagegen das bekannte Verfahren bezeichnet, Pflanzen dadurch, daß man sie im Dunkeln wachsen läßt, weiß zu machen, da die grüne Farbe der Pflanzen nur durch Einwirkung des Lichtes zum Vorschein kommt.

Die verschiedenen Bleichmethoden weichen, je nach den dabei in Anwendung kommenden Bleichmitteln, nach der Beschaffenheit des zu bleichenden Körpers, und örtlichen Gebräuchen und Umständen von einander ab, und geben hinsichtlich der Schnelligkeit, der Sicherheit, der ökonomischen Verhältnisse und der Schönheit der erzielten Produkte sehr verschiedene Resultate. Die Beseitigung der färbenden Substanzen wird theils durch Einwirkung von Luft und Licht, theils durch Chlor, theils durch schweflichte Säure bewirkt, daher auch diese als die drei Hauptagentien beim Bleichen zu betrachten sind.

Das Bleichen an freier Luft und im Sonnenschein ist bei weitem das älteste, in mehreren Ländern auch jetzt noch das gewöhnlichste Verfahren, und steht bei einem großen Theile des konsumirenden Publikums in dem günstigen Rufe, als beeinträchtige es die Festigkeit der Fasern weniger, als die andern Bleichmethoden. Die ganze Prozedur ist höchst einfach, und besteht darin, die Waare auf einem Rasenplatz unter freiem Himmel auszubreiten, und hier, unter häufigem Begießen dem Sonnenlicht, dem Regen und Thau zu exponiren. Die Wirkung der atmosphärischen Luft scheint darin zu bestehen, daß sie durch ihren Sauerstoffgehalt die Bestandtheile des Farbstoffes, besonders den darin enthaltenen Kohlenstoff und Wasserstoff oxydirt, und so eine Zerstörung des Farbstoffs bedingt, oder daß sie doch denselben durch Oxydation in einen Zustand überführt, wo er in Wasser und alkalischen Laugen auflöslich ist. Die Rasenbleiche ist aber für die Zwecke der Kattun- und Leinen-Manufakturen viel zu langwierig. Glücklicherweise hat die Chemie in dem Chlor, das in älteren Zeiten gänzlich unbekannt war, ein Bleichmittel entdeckt, das in Schnelligkeit, Wohlfeilheit und Vollkommenheit der Leistungen wahrhaft erstaunenswürdige Resultate liefert; leider aber ist in diesem Theil der angewandten Chemie die Theorie weit hinter der Praxis zurückgeblieben, und vermag noch keineswegs die Fragen: „worin besteht eigentlich die Wirkung der Sonnenstrahlen auf den Farbstoff, und wie wirkt das Chlor darauf?“ ganz genügend zu beantworten. Einige nehmen an, daß das Licht den Farbstoff disponirt, sich mit dem Sauerstoff der Luft zu verbinden; andere wiederum, daß es auf ganz ähnliche Art, wie eine sehr hohe Temperatur wirkt, und eine Aenderung in der Mischung der Bestandtheile des Farbstoffes, und eben dadurch einen neuen, mit anderen Eigenschaften begabten Körper erzeugt. Im Allgemeinen scheint soviel erwiesen zu sein, daß ein Theil des Sauerstoffes der Luft sich mit der färbenden Substanz verbindet, und dadurch ihre Zusammensetzung abändert. Ob sich jedoch die Wirkung des Sauerstoffes hierauf beschränkt, und welche Aenderungen der Farbstoff bei der Chlorbleiche erfährt, ist noch völlig unentschieden, und muß späteren Untersuchungen zur Ermittlung überlassen bleiben.

Der Zweck des Bleichens besteht darin, die Faser durch geeignete Behandlung von allen ihr anhängenden Substanzen zu befreien, welche die, dem Faserstoff in seinem reinen Zustande eigne weiße Farbe verdecken, oder welche bei dem Färben einen nachtheiligen Einfluß ausüben könnten. In dieser Beziehung verdient die Baumwolle eine besondere Berücksichtigung. Diese nämlich ist mit einer harzigen Substanz überzogen, die dem Eindringen des Wassers, mithin auch der Beizen und Farbebrühen hindernd in den Weg tritt, und außer dieser noch mit einer geringen Menge eines gelben Pigments, welches freilich oft in so unbeträchtlicher Menge vorhanden ist, daß es überflüssig sein würde, die Baumwolle zu bleichen, wenn sie nicht durch die manichfaltigen Prozeduren, die sie bei ihrer Verarbeitung durchläuft, so verunreinigt würde, daß eine Bleichung dennoch erforderlich ist. Es ist übrigens eine, allen

Digitized by Google

Färbern bekannte Thatsache, daß ungebleichte Baumwolle recht gut in dunkleren Farbetönen gefärbt werden kann, wenn nur jene harzige Substanz, die sich dem Eindringen der Farbestoffe entgegensetzt, beseitigt worden ist.

Die fertig gewebten baumwollnen Zeuge enthalten gewöhnlich folgende fremdartigen Stoffe:

1. die der Baumwolle in ihrem natürlichen Zustande anhängende harzige Materie,
2. den eigenthümlichen bräunlich gelben Farbstoff,
3. die Weberschlichte,
4. eine fettige Substanz,
5. fettsaures Kupfer,
6. fettsauren Kalk,
7. Schmutz von den Händen der Arbeiter,
8. Eisenoxyd, und verschiedene erdige Theile.

Die harzige Materie kann durch Alkohol ausgezogen werden, der sie nachher beim Verdunsten in Gestalt einer gelben, in Alkalien, Säuren und selbst einer großen Menge kochenden Wassers auflöslichen Masse zurückläßt. In ältern Zeiten fing man beim Bleichen der Baumwolle damit an, diese harzige Materie durch Behandlung der Gewebe oder Garne in einer alkalischen Lauge zu beseitigen, (das Entschälen, scouring) was jetzt selten mehr geschieht.

Das gelbe Pigment scheint ebenfalls nur die Fasern oberflächlich zu bedecken, und auf ihre Festigkeit keinen Einfluß zu haben, denn baumwollnes Garn verliert durch Behandlung mit ätzender Natron-Lauge, wodurch die harzige Substanz sowohl, wie das Pigment fortgeschafft werden, durchaus nichts von seiner Stärke. Kocht man grauen Kattun in Kalkwasser, so erscheint er nachher dunkler, als er vorher war, wonach man glauben könnte, daß das Pigment sich gar nicht gelöst habe. Dem ist jedoch nicht so, denn filtrirt man das Kalkwasser und neutralisirt es mit einer Säure, so scheiden sich leichte Flöckchen aus, die aus der harzigen Materie und dem Pigment bestehen. Die dunklere Färbung muß allein der Einwirkung des Kalkes (der bekanntlich die Eigenschaft hat, viele vegetabilische Stoffe gelb oder braun zu färben) auf einen kleinen ungelösten Rückhalt des Pigmentes zugeschrieben werden.

Der gelbe Farbstoff ist übrigens in seinem natürlichen Zustande in ätzenden Laugen nur theilweise löslich, und erlangt seine vollständige Löslichkeit darin erst, wenn er eine Zeit lang der vereinten Wirkung von Luft und Licht ausgesetzt, oder mit Chlor behandelt wird. Die Aenderung, die er hierbei erleidet, anlangend, so scheint es sich aus Versuchen mit Baumwolle, die theils in feuchtem, theils trocknem Sauerstoffgas, in feuchtem und trocknem Chlorgas gelassen wurde, zu ergeben, daß ein Theil des Wasserstoffes des Pigments ausgeschieden, und zugleich Kohlensäure gebildet wird. Bei Anwendung von Chlor tritt dasselbe unmittelbar mit dem Wasserstoff des Pigmentes zusammen, und bildet so Salzsäure. Ohne allen Zweifel spielt hiebei auch die Gegenwart von Wasser eine Rolle, denn feuchtes Chlor wirkt weit rascher, als trocknes, inzwischen scheint dieser Einfluß des Wassers mehr mechanischer Art zu sein, insofern sich bei Gegenwart von Wasser tropfbarflüssiges Chlorwasser erzeugt, in welchem das Chlor mehr konzentrirt ist, als im gasförmigen Zustande. Auch die Verwandtschaft der Salzsäure zum Wasser dürfte an dieser Erscheinung Antheil nehmen.

Die Weberschlichte besteht in der Regel aus stärkmehlhaltigen Stoffen, besonders Mehl, das man vor dem Gebrauch sauer werden läßt, und Leim. Sie löst sich im kochenden Kalkwasser auf.

Wenn beim Weben die Schlichte zu trocken wird, so bilft der Weber wohl dadurch nach, daß er die Kettenfäden mit etwas schlechtem, wohlfeilen Oel oder Talg bestreicht, um sie geschmeidiger zu machen. Daher kommt es denn, daß das Gewebe, wenn es von diesem Fett nicht gehörig

Digitized by Google

gereinigt ist, beim nachherigen Bleichen sich nicht gleichmäßig durchfeuchtet, und beim darauf folgenden Färben an den fettigen Stellen den Farbstoff stärker anzieht, und so Flecke hervorbringt, die fast gar nicht fortzuschaffen sind. Die Säuren üben auf die Fette eine verschiedenartige Einwirkung aus, wodurch ganz eigenthümliche Anomalien beim Bleichen zum Vorschein kommen. Behandelt man Oel mit Essig- oder Salzsäure, oder mit wässerigem Chlor, so entwickelt es kein Gas, wie dies bei Schwefelsäure und Salpetersäure der Fall ist, dagegen aber tritt es mit ihnen zu Verbindungen zusammen, die selbst in kochender konzentrirter, ätzender Natron-Lauge unauflöslich sind. Ebenso verhält sich Kohlensäure gegen Oel. Auf der andern Seite nehmen die Oele, längere Zeit dem Zutritt der atmosphärischen Luft dargeboten, Sauerstoff auf, wodurch ihre Löslichkeit in den Alkalien vermehrt wird.

Bleibt das zur Schmeidigung der Kettfäden aufgestrichene Fett über Nacht mit den kupfernen Nieten der Webeblätter in Berührung, so entsteht eine Art Kupferseife, ölsaures Kupfer, von welchen das Gewebe oft nur mit Mühe zu reinigen ist. Kalkwasser wirkt gar nicht darauf, verdünnte Schwefelsäure aber zieht das Kupferoxyd aus, und läßt die Fettsäure isolirt zurück, die dann nachher von kaustischer Lauge leicht weggenommen wird.

Wird das mit fettiger Schlichte imprägnirte Zeug mit Kalkmilch gekocht, so geht das Fett mit dem Kalk eine seifenartige Verbindung ein, die in einem großen Ueberschuß von Kalkwasser, und noch leichter in ätzender Natron-Lauge löslich ist. Aber alle Fette und Oele, so wie Kupfer und Kalkseife büßen ihre Löslichkeit in Alkalien ein, wenn sie sehr lange auf dem Gewebe gesessen haben, und mit Essigsäure, Kohlensäure, Salzsäure oder Chlor längere Zeit in Berührung gewesen sind *).

Der Schmutz von den Händen der Arbeiter, mit dem die Zeuge oft in nicht geringer Menge beladen sind, ist durch heißes Wasser leicht zu beseitigen.

Endlich die eisenhaltigen und erdigen Verunreinigungen betreffend, so verursacht auch ihre Beseitigung keine erheblichen Schwierigkeiten.

Nach diesen Erörterungen kann es nun keine Schwierigkeit haben, die Grundsätze der Baumwollbleicherei zu verstehen.

1. Den Anfang macht eine Kochung der Ware in Wasser, wodurch alle in heißem Wasser löslichen Stoffe weggenommen werden.

2. Zunächst werden die Zeuge im Waschrade gewaschen, eine für den fernern Verlauf der Bleichung äußerst wichtige und einflußreiche Operation, die wo möglich mehrere Male wiederholt werden muß; die Wichtigkeit dieses Waschprozesses für die fernere Bleichung ergibt sich unter Anderem daraus, daß im Winter, wo das Wasser in dem Waschrade kalt ist, auch die ganze Bleichung mehr Zeit und Mühe kostet. Garne und sehr lose Gewebe indessen bedürfen der Behandlung im Waschrade nicht.

Durch diese ersten beiden Prozeduren verlieren die Gewebe ungefähr 16 Prozent von ihrem Gewicht, während der Gewichtsverlust bei sämmtlichen später folgenden Bleicharbeiten nur $^{2}/_{100}$ beträgt.

Nach dem Waschen der Kattune folgt nun eine Kochung mit Kalkmilch, wodurch die Schlichte aufgelöst wird; dagegen sich aber eine Kalkseife auf dem Zeuge befestigt. Früher, und in mehreren Bleichereien auch jetzt noch, suchte man das Mehl der Schlichte durch eine Art Gährungsprozeß zu entfernen, eine Methode, die mehrere Uebelstände mit sich bringt; einentheils geht die Gährung mitunter auch auf das Gewebe selbst über und schwächt die Stärke der Fäden, besonders wenn

*) Anm. Diese, so wie die vorhergehenden Behauptungen hinsichtlich des Verhaltens der Säuren gegen die Fette, scheinen uns mehrfachen Zweifeln zu unterliegen. Die Beard.

Digitized by Google

die Ware, ohne vorher gewaschen zu sein in große Haufen aufgestapelt wird; anderntheils gehen die Fettflecke oder die mit Kupfer- und Kalkseife bedeckten Stellen in einen Zustand von Unlöslichkeit über, in Folge dessen sie auch in ätzenden Alkalien unauflöslich, und daher fast unvertilgbar werden, eine Erscheinung, die nach Ure von der bei der Gährung entstehenden Essigsäure und Kohlensäure herrühren soll. Eben aus diesem Grunde geben mehrere geübte Praktiker wohl etwas ganz schwache Lauge in die Gährbütte, um die Säure zu neutralisiren. Hätte man nicht auf die Uebelstände hinsichtlich der Fettflecke Rücksicht zu nehmen, so würde das Entschlichten durch Gährung, sorgfältig ausgeführt, immer ein sehr brauchbares Verfahren sein, und es wird daher auch bei den Maschinengeweben, die nie mit Oel getränkt werden, mit Vortheil angewandt.

Nach bewirkter Entschlichtung folgt nun eine Behandlung mit ätzender Natron-Lauge, die die Kupfer- und Kalkseife, so wie auch einen Theil des Pigments auszieht, und die nöthigenfalls mehrere Male wiederholt wird, bis alles Fett vollständig beseitigt ist. Dieses Beuchen bildet fast die einzige Reinigungsoperation, der solche Garne, die türkischroth gefärbt werden sollen, unterworfen werden.

Nach dem Beuchen gibt man nun entweder das Chlorbad, oder breitet die Ware auf dem Bleichplan aus, oder wendet auch bei sehr feiner Ware wohl beide Mittel an. Beide haben übrigens denselben Erfolg, nur daß sie hinsichtlich der Fettflecke eine Verschiedenheit zeigen.

Das Chlorbad besteht darin, daß man die Zeuge in eine durch Dampf erwärmte Lösung von Chlorkalk bringt, und, nachdem sie hierin eine Zeit lang verweilt haben, herausnimmt, ausringt, und in ein zweites, unmittelbar neben dem Bleichfaß stehendes mit verdünnter Schwefel- oder Salzsäure gefülltes Faß taucht. Hier tritt nun eine Wechselwirkung zwischen der Säure und dem unterchlorichtsaurem Kalk ein, es entsteht schwefel- oder salzsaurer Kalk, während Chlor frei wird, und die Bleichung bewirkt. Dieses Verfahren, nach welchem nur jedesmal die kleine Menge von Chlor zur Wirkung kommt, die sich aus dem, in den Zwischenräumen des Zeuges mechanisch eingeschlossenen Chlorkalk entwickelt, bietet den doppelten Vortheil dar, daß einentheils zur Zeit nur eine geringe Menge von Chlor auf den Zeug einwirkt, wodurch dieser weniger angegriffen wird, und daß zweitens eine weit geringere Menge von Chlor unnütz verloren geht, als wenn die ganze Chlorkalklösung schon im Voraus durch Säure zersetzt, und diese Lösung zum Bleichen der Zeuge verwendet würde. Die Menge des gasförmig entweichenden Chlors ist bei der in Rede stehenden Prozedur so unbedeutend, daß kaum einmal ein Chlorgeruch zu bemerken ist.

Bei Anwendung der Rasenbleiche wird die Ware nach dem ersten Vorbeuchen auf den Rasenplatz gelegt, wo dann eine theilweise Bleichung erfolgt.

Nach Beendigung der ersten Chlor- oder Rasenbleiche folgt nun eine zweite Bäuche in Natronlauge, um den Theil des Farbstoffes, der durch Einwirkung des Chlors, oder des atmosphärischen Sauerstoffes zersetzt und löslich geworden ist, so wie auch das etwa noch vorhandene Fett wegzunehmen. Demnächst gibt man wieder ein Chlorbad, oder bleicht auf dem Rasen, dann wieder ein Laugenbad, und führt so abwechselnd mit dem Bäuchen und Bleichen, je nach Erforderniß, noch einige Male fort.

Zuletzt gibt man das Sauerbad mit warmer, sehr stark verdünnter Schwefelsäure, um der Ware den höchsten Grad von Weiße zu ertheilen, worauf dann im Waschrade, oder in fließendem Wasser sehr sorgfältig gewaschen wird; denn bleibt die geringste Menge Schwefelsäure in der Faser zurück, die sich beim nachherigen Trocknen der Ware konzentrirt, so übt sie unfehlbar einen zerstörenden Einfluß auf die Festigkeit des Gewebes. Nicht minder nachtheilig ist es, wenn im

Digitized by Google

Winter die noch mit schwacher Säure imprägnirten Zeuge dem Frost ausgesetzt werden, indem auch hiedurch die Säure sich konzentrirt.

Soll die gebleichte Ware nicht weiß bleiben, so kann man die Bleichoperationen füglich mit einem Laugenbad beschließen, wobei zwar ein schwacher Stich ins Gelbliche zurückbleibt, der jedoch für die demnächstige Färbung nicht von Nachtheil ist.

Ist es die Absicht, die gebleichten Zeuge mit Stärke zu appretiren, so ist es am zweckmäßigsten, mit einem Chlorbad aufzuhören, um ihnen den höchstmöglichen Grad von Weiße zu ertheilen, inzwischen leistet das Sauerbad fast dieselben Dienste.

Wenn es darauf ankommt, eine von Fettflecken reine Ware zu bleichen, wie dies bei den feineren Mousselinen gewöhnlich der Fall ist, oder wenn selbst etwas fettige Zeuge behufs der Appretur mit Stärke gebleicht werden sollen, so reicht die folgende Reihefolge von Operationen hin:

1. Kochen in reinem Wasser,
2. Reinigung im Waschrade, oder unter den Waschhämmern,
3. Kochen mit Kalkmilch,
4. Chlorbad, oder Rasenbleiche,
5. Kochen mit Kalkmilch und abwechselnde Wiederholung dieser letzten beiden Operationen bis zur vollständigen Entfärbung,
6. Sauerbad,

wobei also die Anwendung von Natron-Lauge erspart wird.

Die Chlorbleiche bietet hiebei gegen die Rasenbleiche den großen Vortheil dar, daß sie in ein Paar Tagen beendet werden kann. Die so gebleichten Zeuge sind völlig so weiß, und eignen sich zum Kattundruck und zur Färberei eben so gut, wie die ohne Chlor gebleichten. Die Faser der Baumwolle erleidet, wenn die oben gegebenen Vorschriften sorgfältig beobachtet worden, nicht die geringste Schwächung.

Sehr genaue Versuche haben das Resultat gegeben, daß die Baumwollfaser *nicht* angegriffen wird: 1. durch zwei Stunden lang fortgesetztes Kochen mit Kalkmilch unter dem gewöhnlichen atmosphärischen Druck, wenn nur die Zeuge beständig von der kochenden Flüssigkeit bedeckt sind, und gleich nachher gewaschen werden; 2. durch Kochen in reinem Wasser unter einem Druck von 10 Atmosphären; 3. durch Kochen mit ätzender Natronlauge von 1,015 spez. Gewicht, gleichfalls unter 10 Atmosphären-Druck, ungeachtet hiebei durch das Verdampfen von Wasser die Lauge sich bis auf die doppelte Stärke konzentrirt; 4. durch Kochen mit Natronlauge von 1,070 unter gewöhnlichem Luftdruck; 5. durch ein achtstündiges Chlorkalkbad von der Stärke, daß es sein dreifaches Volumen der Probeflüssigkeit von Indigolution entfärbt, (M. s. Chlor) und nachherige Behandlung in einem Sauerbad von 1,067 spez. Gew.; 6. endlich durch achtstündige Behandlung mit verdünnter Schwefel- oder Salzsäure von 1,035 spez. Gew.

In mehreren guten Bleichereien findet folgendes Bleichverfahren Anwendung: 1. Entschlichten durch 12stündiges Einweichen in kaltem Wasser und Waschen im Waschrade oder unter Waschhämmern; 2. Kochen mit Kalkmilch von angemessener Stärke; am besten zwei kurze Kochungen mit inzwischen vorgenommenem Waschen; 3. und 4. zwei Kochungen, jede von 10 bis 12 Stunden, mit einer Sodlauge, die auf den Zentner Zeug 2 Pfund krystallisirtes kohlensaures Natron enthält; 5. sechs- oder achttägige Rasenbleiche, oder ein Chlorkalkbad mit darauf folgender Behandlung in Schwefelsäure; 6. Bäuchen mit ätzender Natronlauge, aus 2 Pfund krystallisirter Soda auf den Zentner Ware bereitet, oder selbst noch schwächer; 7. Rasen- oder Chlorbleiche wie vorhin; 8. Bäuchen mit Natronlauge, wie unter Nro. 6; 9. Chlorbleiche; 10. Spülen in heißem Wasser, oder Waschen im Waschrade. —

Zur Bewirkung der vielfachen Kochungen kann man die Flüssigkeiten

Digitized by Google

entweder durch Dampf oder auf freiem Feuer erhitzen, wobei man als allgemeine Norm annehmen kann, daß wenn die Zahl der zu gleicher Zeit in Betrieb zu setzenden Kochapparate mehr wie vier oder fünf beträgt, man bei der Dampfheitzung wohlfeiler zum Ziele kommt, daß dagegen bei einer kleineren Zahl von Gefäßen der Vortheil auf Seiten der Heitzung über freiem Feuer ist, denn der Vortheil der Dampfheitzung, abgesehen von der Vermeidung der Gefahr des Verbrennens der Ware beim Kochen über freiem Feuer liegt darin, daß bei einem großen Feuer verhältnißmäßig weniger Wärme verloren geht, als bei mehreren kleineren. Soll aber Ein größeres, unter dem Dampfkessel brennendes Feuer nur zwei oder drei einzelne Feuer ersetzen, so tritt dieser Vortheil weniger hervor, und auf der anderen Seite können dann andere kleine Wärmeverluste, wie sie z. B. bei der Dampfleitung unvermeidlich sind, jenen Vortheil überwiegen.

Außerdem darf man den Umstand nicht übersehen, daß bei dem Dampfkochen die Flüssigkeit sich durch Verdichtung des eingeleiteten Dampfes verdünnt, daher denn auch die einmal gebrauchten Laugen durch diese Verdünnung so schwach werden, daß man sie zum Vorbäuchen frischer Zeuge nicht wieder verwenden kann, wie dies beim Kochen über Feuer, wo sich die Laugen im Gegentheil konzentriren, sehr wohl angeht. Bei Kalkmilch freilich hat die Verdünnung keinen Nachtheil.

Wenn die Kalkmilch zu viel Kalk enthält, oder wenn man kochende Kalkmilch auf die Ware aufgießt, so nimmt sie leicht Schaden; daher es besser ist, die Kalkmilch von unten in das Bäuchfaß eintreten zu lassen. Aus demselben Grunde ist es auch zu rathen, die Zeuge, wenn sie nach den Kochungen mit ätzender Natronlauge nicht sofort dem Waschrade übergeben werden können, in einem Fasse mit kaltem Wasser aufzubewahren, denn wenn sie aus dem kochenden Laugenbade kommen, und in diesem Zustande an der Luft liegen bleiben, können sie an einzelnen Stellen austrocknen, und durch die dabei eintretende Konzentration der Lauge beschädigt werden.

Der Kessel oder Sack des Bäuch-Apparats muß im Verhältniß zu dem oberen Sturz eine angemessene Größe haben, denn ist er zu klein, so dauert es zu lange, bis sich die erforderliche rasche Zirkulation der Lauge einstellt, und besonders die Stücke, die zunächst unter der Mündung der Röhre liegen, aus der die siedende Lauge sich über die Zeuge ergießt, nehmen leicht Schaden.

Ist ferner das Chlorkalkbad zu konzentrirt, so entstehen mitunter kleine runde Löcher in dem Kattun, gerade, wie wenn sie mit einem Stempel ausgeschlagen wären, besonders in der Nähe der Leisten oder an den dickeren Stellen des Gewebes. Diese kleinen Löcher rühren daher, daß sich Chlor in Gasgestalt aus der konzentrirten Lösung entwickelt und in den Poren des Zeuges in Form kleiner Bläschen festsetzt, was begreiflicher Weise vorzüglich in den dickeren Theilen des Gewebes eintreten wird. Durch Anwendungen weniger starker Chlorkalklösungen, und durch häufiges Hin- und Herbewegen der Zeuge ist dieser Uebelstand leicht zu vermeiden.

Die Fettflecke, von welchen bereits oben die Rede gewesen ist, geben sich besonders beim Krappen dadurch zu erkennen, daß sie den rothen Farbstoff weit stärker aufnehmen, als die reinen Stellen des Gewebes, wodurch die Ware ein scheckiges Ansehen gewinnt. Auch bei weißer Ware sind sie daran zu erkennen, daß sie sich nur schwer durchfeuchten. Kommt nun die fettige Masse mit Chlor in Berührung, so soll sie nach Ure dadurch in den Alkalien unauflöslich werden, eine Erscheinung, die vorzugsweise bei dem Olein vorkommen soll, daher sich denn das erstere so sehr fest auf den baumwollenen Zeugen befestigt. Kalk scheint als eine Art Beitze für die Fette zu wirken, und ihre Befestigung auf den Geweben noch zu vermehren. Man sollte daher die

Digitized by Google

Weber ganz besonders warnen, kein Talg oder andere stearinhaltige Fette mit den baumwollenen Geweben in Berührung zu bringen, und, wo dies dennoch geschehen ist, die Zeuge nicht lange aufbewahren, sondern sie so rasch wie möglich, und bevor das Fett unauflöslich geworden ist, davon reinigen. Besonders wichtig ist es, das Chlorbad nicht eher zu geben, als bis alle Fettflecke vollständig fortgeschafft sind, und die Katune vor ihrer Ablieferung an den Kattundrucker, wenigstens an einigen Stücken, durch Befeuchten mit Wasser auf das Vorhandensein von Fettflecken zu untersuchen.

Zum Schluß dieser allgemeinen Bemerkungen mögen noch einige nützliche Regeln hier einen Platz finden: nämlich 1. bei fettiger Ware nehme man keinen Kalk zum ersten Vorbäuchen, sondern gebe erst ein oder einige Bäder von ätzendem Natron, wende nun Kalk an, zuletzt aber wieder Lauge. 2. Man bringe nicht gleich nach den ersten Laugen schon das Chlor in Anwendung, sondern spare dies bis zuletzt auf. Dagegen ist es zweckmäßig, nach jeder Bäuche, sie sei mit Kalk oder Natron bewirkt, ein Sauerbad zu geben, weil der Kalk, den die mit Fett imprägnirten Stellen des Zeuges schon aus dem harten Wasser, dessen man sich häufig zu diesen Arbeiten bedienen muß, aufnehmen, der Auflösung des Fettes durch die Natronlauge entgegenwirkt.

Außer den im Vorhergehenden entwickelten Hauptarbeiten beim Bleichen kommen verschiedene Nebenarbeiten vor, die noch einer Erörterung bedürfen, und die daher nebst der Beschreibung einiger der wichtigeren Bleichapparate, und des Verfahrens beim Bleichen von Leinen, Wolle und Seide, im Nachstehenden ihre Erledigung finden sollen.

Das erste Geschäft des Bleichers besteht darin, die baumwollnen Zeuge mit den Anfangsbuchstaben des Eigenthümers mit Steinkohlentheer zu stempeln. Leinen wird gewöhnlich mit salpetersaurem Silber gezeichnet, was zwar einige Kosten verursacht, aber auch eine weit haltbarere Zeichnung, als die mit Steinkohlentheer, gewährt.

Baumwollne Zeuge, besonders die zum Kattundruck bestimmten, werden gewöhnlich, bevor sie zum Bleicher kommen, gesengt, um die feinen Fäserchen, die die Oberfläche des Gewebes bedecken, und die Herstellung eines scharfen, reinen Druckes fast unmöglich machen würden, fortzuschaffen. Es wird nämlich, wie in dem Artikel „Sengen" näher nachzusehen ist, entweder über einen rothglühenden eisernen Halbzylinder, oder nach der sinnreichen Erfindung von Hall über eine Reihe dicht neben einander brennender Gasflammen mit großer Geschwindigkeit hinweggezogen. Nächstdem wird jedes Stück der Länge nach wie ein Seil zusammengedreht, mehrere Male zusammengeschlagen, und so mittelst einer Schlinge festgebunden. In diesem Zustande bringt man die Stücke in einen Wasserbehälter zum Einweichen, und demnächst in das Waschrad. Nach beendigtem Waschen kommt die Waare in den Bäuch- oder Dampfapparat, um hier einer Behandlung mit Kalkmilch unterworfen zu werden. Dieser Dampfapparat kommt in seiner Einrichtung dem Dampflaugeapparat, dessen Beschreibung weiter unten folgt, sehr nahe, nur daß er, statt des unteren Laugenkessels oder Sackes in der Entfernung von wenigen Zollen unter dem Roste einen eisernen Boden hat, in dessen Mitte der Dampf durch mehrere kleine Oeffnungen einströmt, und sich so nach allen Seiten hin verbreitet. — Die Kalkmilch wird auf die Art bereitet, daß man auf je 30 oder 40 Pfund Waare, 1 Pfund Kalk zu einem dünnen Brei löscht, diesen durch ein feines Sieb gehen läßt, ihn hierauf mit mehr Wasser verdünnt, und nun schichtweise mit den Zeugen kunstgerecht in den Apparat einträgt. Ist man hiemit fertig, so füllt man denselben mit Wasser an, und läßt den Dampf eintreten, der das Wasser bald zum Sieden erhitzt, und es zugleich in die nöthige Zirkulation versetzt. Nach dieser Kalkbäuche wird wieder im Waschrade gewaschen.

Die Chlorbleiche anlangend, so ist zum Bleichen von 1 Pfund Ware

Digitized by Google

etwa ½ Pfund guter Chlorkalk, oder Bleichpulver erforderlich, das man in etwa 12 Quart Waſſer auflöst.

Die Dalton'ſche Methode, die Güte des Chlorkalks mittelſt Eiſenvitriol zu prüfen, iſt von Crum, einem ſehr geſchickten Bleicher in Thorniebank bei Glasgow, ſo abgeändert, daß ſie viel genauere Reſultate liefert, als die von Berthollet eingeführte Methode mit Indigauflöſung, und für den gewöhnlichen Gebrauch auch recht bequem iſt. Crum nämlich löſt 8 Loth friſchen Eiſenvitriol in heißem Waſſer, und fügt nun die Löſung des Chlorkalkes nach und nach in kleinen Portionen hinzu, bis das Eiſen vollſtändig oxydirt iſt, und der Chlorgeruch anfängt bemerklich zu werden. Hat nun der Bleicher ein für alle Male durch einen Verſuch ermittelt, wie viel Eiſenvitriol ſeine Bleichflüſſigkeit muß oxydiren können, ſo iſt es ihm ein Leichtes, auch fernerhin eine ſtets gleiche Bleichflüſſigkeit darzuſtellen; und um eine Probe Chlorkalk auf ihre Güte zu unterſuchen, braucht man ſie nur in beſtimmtem Gewichtsverhältniß in Waſſer zu löſen und zu probiren, wie viel von dieſer Löſung zur Oxydation einer beſtimmten Menge von Eiſenvitriol erforderlich iſt. Das neue Verfahren von Gay-Luſſac iſt in dem Artikel „Chlorometrie“ nachzuſehen. Die Prüfung des Chlorkalks mit Indigauflöſung aber iſt aus dem Grunde ganz verwerflich, weil die verſchiedenen Indigſorten in ihrem Gehalte an reinem Indigblau ſo ſehr differiren, daß an übereinſtimmende Reſultate nicht zu denken iſt. Das einzige Ausfunftsmittel beſteht in der Anwendung von reinem, künſtlich dargeſtellten Indigblau, mit deſſen Bereitung ſich aber der vielbeſchäftigte Bleicher nicht abgeben kann.

Das Sauerbad beſteht, wie oben erwähnt, darin, die Waare vier Stunden lang in verdünnte Schwefelſäure zu legen, die etwa 1 Maaß Säure gegen 25 bis 30 Maaß Waſſer, oder dem Gewichte nach 6½ bis 7 Prozent Säure enthält.

Nachdem das Sauerbad gegeben, und die Waare im Waſchrade völlig ausgewaſchen iſt, kommt es darauf an, die Stücke, die ſich im Waſchrade, und auch ſchon bei den vorhergehenden Bleicharbeiten vielfältig zuſammengelegt haben, wieder gerade auszubreiten. Hiezu dient die Wringmaſchine, die an der einen Seite eines Waſſerbehälters aufgeſtellt iſt, und ganz einfach aus zwei birkenhölzernen Walzen beſteht, die horizontal in einem Gerüſte liegen, und deren obere mit Gewalt gegen die untere gedrückt, während die letztere durch Waſſer- oder Dampfkraft gedreht wird. Man läßt allemal zwei Stücke des Zeuges zugleich zwiſchen ihnen hindurchgehen, wobei ſie nicht nur die nöthige flache Ausbreitung erlangen, ſondern faſt trocken gepreßt werden. Die untere Walze macht etwa 25 Umdrehungen in der Minute, in welcher Zeit drei Stück Waare, jedes von 25 engl. Ellen, die mit den Enden zuſammengeheftet ſind, durch die Wringmaſchine gehen.

Nachdem die Waare durch die Wringmaſchine gelaufen und hier ziemlich ausgetrocknet iſt, führt man ſie in einem Karren nach der Ausbreitmaſchine (candroy), um ſie hier völlig flach auszubreiten. In mehreren Bleichereien freilich wird dieſe Arbeit aus der Hand von Frauen verrichtet. Nunmehr folgt die Bearbeitung in dem Kalander, zu welchem Ende eine Anzahl von Stücken mit den Enden zuſammengeheftet, und auf die zu ihrer Anfnahme beſtimmte Walze aufgebäumt werden.

Die Einrichtung und der Gebrauch des Kalanders iſt in einem beſonderen Artikel beſchrieben, auf welchen wir daher verweiſen.

Zur Appretur von gewöhnlichem Shirting würde Stärkemehl zu koſtbar ſein, daher man gewöhnlich Mehl dazu verwendet. Man rührt zu dem Ende 1 Pfund Mehl mit 10 Pfund Waſſer an, und läßt dieſe Miſchung 24 Stunden an einem warmen Orte ſtehen, wo dann eine ſauere Gährung eintritt, in deren Folge der Kleber gelöſt wird, ſo daß, wenn man nunmehr die Maſſe auf ein feines Sieb gibt, ein gleichförmiger dünner Brei erhalten wird, den man endlich mit Waſſer kocht,

Digitized by Google

und der nun eine recht gute Appretur darstellt. Sie ist zwar nicht so weiß wie reine Stärke, ertheilt aber doch den Zeugen keine bemerkliche Färbung. Beim Gebrauch verdünnt man sie mit Wasser bis zu dem erforderlichen Grade, und bläuet sie mit ein wenig Indigsolution. Beim Appretiren mit Stärke wird diese nach dem Kochen wohl mit Porzellanthon, feinem Gyps oder Spanischem Weiß (Kreide) verdickt, worauf man sie in einen Trog gibt, durch den man den Zeug vermittelst einer einfachen Walzenvorrichtung hindurchführt. (M. s. den Artikel „Stärkmaschine.“)

Nach dem Stärken kommt die Waare in das Trockenhaus, das durch einen oder mehrere, unten an den Wänden umhergeleitete gemauerte, und gewöhnlich mit Fliesen zugedeckte Feuerkanäle erwärmt wird. Man gibt im Anfang nur mäßige Wärme, läßt sie aber allmählig auf 43° C. steigen. Die getrockneten Zeuge müssen nun, um die erforderliche Glätte und einen angenehmen Glanz zu erhalten, nochmals durch den Kalander passiren, wobei sie vor dem Eintritt zwischen die Glättwalzen durch eine besondere Vorrichtung mit einer Zylinderbürste, die sich in einem mit Wasser theilweise gefüllten Troge rasch umdreht, und die in ihrer Nähe vorüberlaufenden Zeuge mit Wasser bespritzt, etwas angefeuchtet werden. Die nunmehr fertig appretirte Waare wird sorgfältig zusammengelegt, und mit dem Zeichen der Fabrik, oder je nach dem Marktplatze, für den sie bestimmt ist, mit einer besonderen Chiffre gestempelt, die Stücke dann in einer hydraulischen Presse mit zwischengelegter Glanzpappe, hie und da auch eingelegten Eisenplatten, um die gerade und überall gleichmäßige Pressung zu sichern, aufgestapelt und gepreßt. Haben sie hier die nöthige Verdichtung erlangt, so werden sie herausgenommen, und als fertige Handelswaare dem Fabrikanten wieder zurückgestellt.

Das Bleichen und Appretiren der gewöhnlichen Kattune erfordert nicht weniger als 25 aufeinander folgende Operationen, die zum Theil sehr kostspielige Maschinen nöthig machen; dennoch bringt es dem Bleicher nicht mehr als etwa 10 Pence (6 bis 7 ggr.) per Stück von 24 engl. Ellen (= 32,9 Pr. Ellen) ein.

Ein sehr geschickter Mousselinbleicher bei Glasgow beschreibt sein Verfahren folgendermaßen:

„Bei der Fermentation der Mousseline geben wir unsere verbrauchten Laugen von 100 bis 150° F. je nach der Wärme der Luft auf die Waare, und lassen sie darin 36 Stunden lang fermentiren. — Zum nachherigen Bäuchen nehmen wir auf die 112 Pfund = 112 Stück ¾ breiter Mousseline 6 oder 7 Pfund Perlasche und 2 Pfund weiche Seife in 360 Gallons (1440 Quart) Wasser gelöst, und lassen 6 Stunden lang kochen; waschen hierauf, und lassen abermals 3 Stunden kochen, waschen wieder, und geben ein Chlorkalkbad von 5°, worin die Waare 6 bis 12 Stunden verbleibt. Hierauf waschen wir wieder, und geben nun ein Bad von verdünnter Schwefelsäure von 3½° des Tweddle'schen Aräometers = 1,0175 spez. Gew., worin die Ware eine Stunde lang bleibt. Wir lassen sie nun gut waschen, dann eine halbe Stunde lang mit 2½ Pfund Perlasche und 2 Pfund weicher Seife kochen, wieder waschen, und 6 Stunden lang in einem Chlorkalkbad von 3°, das also stärker als das vorhergehende ist, behandeln. Jetzt folgt wieder eine Waschung und ein Sauerbad von 3° Tw. = 1,015 spez. Gew. Bei starker Waare wird diese Behandlung mit Perlasche, Chlorkalk und Säure nochmals wiederholt. Jedenfalls wird die Schwefelsäure vor dem Appretiren ganz vollständig ausgewaschen.“

„Wenn Kalk statt der Pottasche gleich nach der Fermentation angewandt wird, wie dies von einigen Bleichern geschieht, so wird er in derselben Gewichtsmenge genommen, wie sonst die Perlasche, und man läßt die Waare 15 Minuten lang, nicht länger damit kochen, weil sie sonst angegriffen wird.“

Digitized by Google

Gegenwärtig ist in jener Bleicherei das folgende Verfahren eingeführt, wodurch die Ware in der vollkommensten Weiße, wie sie die Londoner Kaufleute verlangen, hergestellt wird: der Fabrikant berichtet hierüber:

„Zu feineren Mousselinen nehmen wir selten Kalk, weil er der Ware schädlich ist, und die Farben sich auf so gebleichten Zeugen nicht gut halten. Wir bereiten statt desselben eine ätzende Lauge durch eine Stunde lang fortgesetztes Kochen von gleichen Theilen Kalk und Soda, und brauchen diese zum Bäuchen statt der Pottasche, ohne aber Seife anzuwenden."

Beim Appretiren von Jakonets und Mousselinen werden diese nach dem Waschen durch Brunnenwasser genommen, in dem ein wenig feine Smalte aufgeschwemmt ist, um der Ware ein recht reines Ansehen zu geben; bei ordinären Zeugen setzen wir dem Wasser ein wenig gut gekochte Stärke zu. Sie werden nun ausgerungen oder ausgepreßt, auf der Ausbreitmaschine ausgebreitet, und auf eine, durch Dampf geheizte zinnerne Walze aufgebäumt, wodurch sie in einer Viertelstunde völlig ausgetrocknet werden. Nach dem Abwinden von der Walze werden sie hübsch zusammengelegt und gepreßt, und sind so zum Verkauf fertig. Die Bleich- und Appretirkosten betragen auf das Stück von 12 engl. Ellen 6 bis 9 Pence.

Organdies werden nach dem Waschen ausgerungen oder gepreßt, hierauf im Trockenhause zum Trocknen aufgehängt, und nunmehr mit einer Lösung von 3 Pfund Stärke in 20 Quart Wasser, der 40 Loth Smalte zugesetzt werden, gestärkt. Wir lassen nun die Zeuge ausringen, in einen auf 110° F. (43° C.) geheizten Raum schaffen, durcharbeiten, um das gleichmäßige Eindringen der Stärke zu bewirken, sie hierauf in ein kaltes Zimmer bringen, und vorläufig ausbreiten, dann in dem geheizten Trockenhause auf dem Spannrahmen der Länge nach ausrecken, während drei oder vier Leute die Stücke bei den Leisten fassen und der Breite nach ausspannen. Das Bleichen und Appretiren solcher Ware wird mit 9 bis 15 pence per Stück von 12. engl. Ellen bezahlt.

Beim Bleichen baumwollener, theilweise aus ächt gefärbtem Garn gewebter Zeuge, wie z. B. türkischroth, oder durch Eisenbeize und Krapp lila oder purpur, oder mit Indig blau gefärbter Stoffe, muß mit großer Sorgfalt zu Werke gegangen werden. Die gewöhnliche Art, gestreifte Zeuge, in welche ächt gefärbte Garne eingewebt sind, zu bleichen, besteht darin, zuerst die Stärke mit kaltem Wasser gut auszuwaschen, sie dann mit Seifenwasser vorsichtig zu kochen, und nach abermaligem Waschen, mit einer mäßig starken Lösung von unterchlorichtsaurem Kali zu behandeln, was nöthigenfalls mehrere Male wiederholt wird. Endlich gibt man ein Sauerbad von verdünnter Schwefelsäure. Wenn dieser Prozeß mit Berücksichtigung besonderer Vorsichtsmaßregeln ausgeführt, und vor Eintritt der eigentlichen Bleichung unterbrochen wird, so werden die Farben, anstatt zerstört, bedeutend erhöht, und gewinnen eine Zartheit, wie sie auf keinem anderen Wege zu erlangen ist. Streifige Zeuge oder Ginghams, die aus fertig gebleichtem Garn gewebt sind, bedürfen einer nachträglichen Bleiche nicht mehr, sondern werden nur durch Waschen entschlichtet, mit Seifenwasser eine kurze Zeit gekocht, in reinem Quellwasser gespült, im Sauerbad behandelt, gewaschen u. s. w.

Außer dem beschriebenen, allgemein gebräuchlichen Bleichverfahren wurde vor einigen Jahren eine neue Methode eingeführt, wonach die baumwollenen Zeuge und Leinen mit einer ziemlich starken ätzenden Lauge imprägnirt, und hierauf in einem verschlossenen Behälter der Einwirkung von Wasserdämpfen ausgesetzt wurden, die gegenwärtig allgemein wieder aufgegeben ist. Die vorher gewaschenen und abgetropften Zeuge wurden nach dieser Methode in eine ätzende Lauge von

Digitized by Google

1,02 sp. G. eingetaucht, und nach dem Abtropfen der Lauge auf den rostförmigen Boden einer Art Bäuchfaß gelegt. Das Faß wurde nun mit einem genau schließenden Deckel geschlossen, dieser mit Schrauben fest angezogen, und nun Dampf durch eine, mit einem Dampfkessel von gewöhnlicher Konstruktion in Verbindung stehende Rohre unterhalb des Rostes eingeleitet.

Es ist bereits oben von der nachtheiligen Einwirkung der Fettflecke die Rede gewesen, die bei den Bleicharbeiten nur schwierig ganz zu beseitigen sind, und besonders beim Färben mit Krapp sehr häßliche Flecke veranlassen. Die Baumwollweber nämlich erhalten oft Kettengarn, das theils durch schlechte Spinnerei, theils auch durch schlechte Beschaffenheit der Baumwolle so mürbe ist, daß es kaum den gewöhnlichen Zug der Litzen und die Reibung zwischen den Rieten zu ertragen im Stande ist, zumal wenn die Schlichte eingetrocknet und dadurch hart und spröde geworden ist. Der Weber sucht sich nun dadurch zu helfen, daß er die Kettfäden mit irgend einem wohlfeilen Fette, z. B. Talg, ranziger Butter u. dgl. bestreicht. Gewöhnlich wird altes schlechtes Talg dazu genommen. Er macht zu dem Ende ein Stück Eisen heiß, hält ein Stück Talg daran, läßt das geschmolzene Talg auf die Kette herabtropfen, und streicht es nachher mit einer Bürste möglichst gleichmäßig aus. Daß aber dennoch das Fett sehr ungleichmäßig aufgetragen wird, läßt sich leicht denken, und eben hierin liegt der Grund, daß die Zeuge nach dem Bleichen oder Färben auf gewöhnliche Art so leicht fleckig erscheinen. So erkennt ein geübtes Auge bei gedruckten Kattunen nicht selten einzelne Stellen, die mit einer Menge blätterartiger Flecke bedeckt sind, und die allein jener tadelnswerthen Aushülfe der Weber ihren Ursprung verdanken. Diese Flecke werden von den gewöhnlichen Färbern Kesselflecke genannt, indem sie glauben, daß sie im Farbekessel entstehen. Besonders beim Färben aus der Indigküpe können solche Fettflecke die größten Nachtheile herbeiführen.

Eine Methode das Fett wegzunehmen, die von mehreren schottischen Bleichern befolgt wird, und sehr gute Resultate geben soll, ist die folgende: Man fängt, wie dies bei der gewöhnlichen Bleicherei fast immer geschieht, damit an, die Zeuge zu sengen, und darauf in Wasser einzuweichen, worauf man sie durch eine Art Wringmaschine laufen läßt, um die beim Einweichen losgelösten Unreinigkeiten auszudrücken. Es ist jedoch zu bemerken, daß, wo die Kosten darauf verwandt werden können, eine Extra-Trocknung vorzunehmen, es sehr zuträglich ist, die schmutzigen Kattune vor dem Sengen 30 bis 40 Stunden lang in Wasser zu legen, weil dadurch ein bedeutender Theil der Unreinigkeiten beseitigt wird, die sonst beim Hinüberziehen des Gewebes über den glühenden Zylinder sich erst recht festsetzen. Hat man nun also die Waare gesengt, in Wasser eingeweicht, und durch die Wringmaschine gehen lassen, so kocht man sie vier Mal, jedes Mal 10 bis 12 Stunden lang in einer ätzenden Kalilauge von 1,0127 bis 1,0156 spez. Gew., und wäscht sie nach jeder Kochung sorgfältig in reinem Wasser. Hierauf gibt man ein Bad von Chlor-Kali, das man durch Verdünnung einer Lösung dieses Salzes von 1,0625 spez. Gew. mit der vierundzwanzigfachen Menge Wassers bereitet. In Zeit von acht Stunden ist, wenn anders das Chlor-Kali die erforderliche Stärke hat, die Bleichung vollständig, man läßt jedoch der Sicherheit wegen die Ware lieber 12 Stunden in dem Bade. Man hat die Behauptung aufgestellt, daß Chlorkalk nicht ohne Nachtheil für die Festigkeit des Gewebes dem Chlorkali substituirt werden könne; gewiß aber ohne allen Grund.

Einige Bleicher haben die Gewohnheit, die Zeuge, so wie sie aus dem Bade von Chlorkali kommen, noch naß auf den Rasenplatz zu legen, und hier einige Tage lang bleichen zu lassen. Demnächst geben sie ein Sauerbad von 1,0254 spez. Gew. und einer Temperatur von 43° C.

Zum Bleichen von gewöhnlicher Waare, die nicht gerade zu ganz

Digitized by Google

seinen Druckſachen beſtimmt iſt, gibt man dem Sauerbad ein ſpez. Gew. von 1,0146 bis 1,0238 bei mittlerer Temperatur, und läßt die Waare 5 bis 6 Stunden darin, worauf ſie denn im Waſchrade gut gewaſchen wird. Man läßt ſie nun viermal nach einander mit ätzender Kalilauge kochen, nach jeder Kochung aber erſt gut auswaſchen. Mitunter nimmt man zu der letzten dieſer Kochungen wohl eine aus Perlaſche bereitete Lauge, weil die ordinairen Sorten Pottaſche gewöhnlich etwas ſchwefelhaltig ſind, und daher kein ſo reines Weiß hervorbringen. Nach dieſen Kochungen folgt dann ein Bad von Chlorkali, worauf gewaſchen und das gewöhnliche Sauerbad gegeben wird. Endlich wird wieder in vielem Waſſer gewaſchen, und nicht in dem Trockenhauſe, ſondern an freier Luft im Schatten getrocknet. Zwar macht auch dieſes Verfahren eine beträchtliche Reihe von einzelnen Operationen nöthig, dafür aber gibt es auch unter allen Umſtänden und zu jeder Jahrszeit ganz ſicher ein gutes Reſultat.

Das gewöhnliche Bleichverfahren mit Chlorkalk iſt überhaupt bei ſolchen Zeugen, die farbig bedruckt werden ſollen, nicht zu empfehlen, weil der ſchwefelſaure Kalk, der ſich dabei in der Faſer befeſtigt, die Lebhaftigkeit und Haltbarkeit der meiſten Krappfarben beeinträchtigt; wenigſtens wird ein vorſichtiger Kattundrucker jederzeit Anſtand nehmen, ſolche Zeuge zu verarbeiten.

Ueber das Bücken oder Bäuchen.

Bei der ſo großen Wichtigkeit des Bäuchens für den Bleichprozeß muß das Verfahren nebſt den dabei gebräuchlichen Apparaten noch näher beſchrieben werden. Es gibt zwar eine ganze Reihe verſchiedener Methoden, unter denen jedoch zwei beſonders hervorgehoben werden müſſen, die wir die ältere und neuere Bäuchmethode nennen wollen.

1. Die ältere Methode. Nach dieſer wird die Waare, nachdem ſie vorläufig durch eine alkaliſche Lauge genommen und wieder gewaſchen worden, in ein geräumiges hölzernes Bäuchfaß kunſtgerecht eingelegt, zugleich läßt man die zum Bäuchen beſtimmte Lauge in einem eiſernen Keſſel bis zur Blutwärme kommen. Man öffnet nun den Hahn am Boden des Keſſels, und läßt die Lauge auf die in dem Bäuchfaß befindliche Waare aufſtießen, bis dieſe ganz mit Lauge bedeckt iſt, läßt ſie eine Zeit lang darüber ſtehn, zieht ſie dann durch das Spundloch am Boden des Faſſes in einen eiſernen unter demſelben angebrachten Keſſel oder Sumpf, und pumpt ſie von hier wieder in den Keſſel. In dieſem wird die Lauge nun auf eine höhere Temperatur gebracht, wie das erſte Mal, ſodann wieder auf die Waare gezapft, nach einigem Stehen wieder abgelaſſen, und ſo bei beſtändig ſteigender Temperatur fort, bis endlich die Lauge mit den färbenden und harzigen Theilen der Baumwolle ſo geſättigt iſt, daß ſie den größten Theil ihrer Aetzbarkeit eingebüßt und einen höchſt widerlichen Geruch angenommen hat.

Die Nothwendigkeit mit dem Erhitzen der Lauge allmählig fortzuſchreiten, und nicht ſogleich kochende Lauge anzuwenden, hat ihren beſtimmten Grund. Wenn nämlich vegetabiliſche Subſtanzen plötzlich in kochende Flüſſigkeiten getaucht werden, ſo befeſtigen ſich die färbenden Theile in ihnen nur noch mehr, ſtatt ſich aufzulöſen. Hierauf beruht die bekannte Regel, daß, wenn man beim Zubereiten der Speiſen, die grüne Farbe der Gemüſe möglichſt unverändert zu erhalten wünſcht, man dieſe nicht mit kaltem Waſſer aufſetzen, und langſam in's Kochen kommen laſſen darf, ſondern das Waſſer allein zum Sieden erhitzen, und nun erſt die grünen Vegetabilien hinzugeben muß; der grüne Farbſtoff wird im erſtern Falle beim langſamen Anwärmen des Waſſers großentheils ausgezogen, im letzteren dagegen durch die plötzliche Erhitzung unauflöslich gemacht, und widerſteht in dieſem Zuſtande dem ſpätern Kochen mit Waſſer. Ein ähnlicher Vorgang ſcheint auch beim Ausziehen des Farbſtoffes der Baumwolle und des Flachſes Statt zu finden, nur, daß man hier die Befeſtigung des Farbſtoffes zu vermeiden, und daher

Digitized by Google

die zu bleichenden Stoffe mit der Flüssigkeit langsam anzuwärmen hat. Besonders beim Flachs zeigt sich dieser Umstand sehr auffallend, so daß ein einmal falsch behandeltes Leinen späterhin nie zu der vollkommenen Weiße gebracht werden kann, die sonst erreicht worden wäre.

Hat sich nun die alkalische Lauge mit den aus dem Gewebe ausgezogenen Stoffen gesättigt, so ist sie für diesen Zweck nicht mehr zu brauchen, und wird entweder gänzlich weggegeben; oder, wie oben erwähnt, von einigen Bleichern als Zusatz bei der Fermentation angewandt. Die gebäuchten Zeuge dürfen keineswegs so heiß, wie sie aus dem Bäuchfaß kommen, dem Waschrade übergeben werden, weil sich in diesem Fall ein Theil des ausgezogenen Farbstoffes wieder niederschlagen, und auf der Faser befestigen würde. Man sucht vielmehr jeden plötzlichen Temperaturwechsel zu vermeiden und übergießt, nach Ablauf der Lauge, die Zeuge erst mit warmem Wasser, zieht dieses nach einigem Stehen ab, gibt frisches Wasser auf und so fort, bis die letzten Antheile fast farblos und klar ablaufen, worauf dann das Waschen unter Waschhämmern oder im Waschrade folgt.

2. Das neuere Bäuchverfahren ist von John Laurie, einem gebornen Glasgower erfunden, und findet gegenwärtig, besonders in Lancashire, schon vielfache Anwendung. Die Einrichtung des hiezu dienenden Apparates kann verschiedenen Modifikationen unterliegen, und ist bei verschiedenen Bleichern mehr oder weniger vollkommen ausgeführt; das Prinzip besteht darin, die heiße Lauge auf die in dem Bäuchfaß befindlichen Zeuge fortwährend auf- und unten wieder abfließen, und in einem über Feuer stehenden Kessel treten zu lassen, um sie von hieraus entweder durch eine Pumpe oder durch den Druck der in dem Kessel entstehenden Dämpfe heben und über die Zeuge sich ergießen zu lassen, so daß sich die Lauge in beständiger Zirkulation befindet.

Eine der frühesten Einrichtungen dieser Art ist in Fig. 161 dargestellt.

161

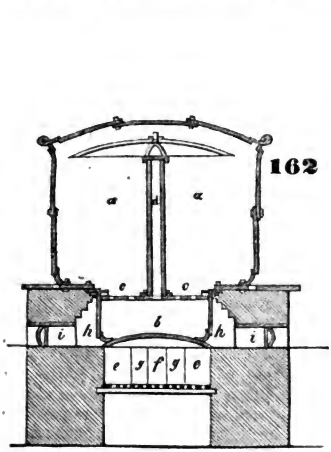
A, B, C, D, ist das hölzerne zur Aufnahme der Zeuge dienende Bäuchfaß, welches in die Mündung eines eisernen Kessels C, E, F, D, genau eingepaßt ist, und dessen Boden durch ein hölzernes Gitterwerk gebildet wird. In geringer Entfernung unter dem Rande des Kessels ist ein durchgehender eiserner Boden L, so daß mithin der innere Raum des Apparates aus drei Abtheilungen besteht: dem oberen Bäuchfaß, dem Kessel, und dem Zwischenraum zwischen den beiden mittleren Böden. Dieser Zwischenraum, in welchem sich die durch das Gitter abfließende Lauge zunächst sammelt, kommunizirt durch die Röhre g K, die bei K mit einem auswärts sich öffnenden Ventile versehen ist, mit dem Kesselraum. Der Zweck des letztgenannten Ventiles besteht darin, der Lauge einen freien Abfluß in den Kessel zu gestatten, dagegen aber den Eintritt der Dämpfe in das Bäuchfaß zu verhindern. Dieselbe Rohre hat noch ein zweites Ventil bei g, das durch eine Stange mit einem Handgriff von außen beliebig geöffnet und verschlossen werden kann, und wodurch man es in seiner Gewalt hat, den Abfluß der Lauge in den Kessel nach Belieben zu reguliren. Durch die Pumpe G G kann die Lauge gehoben werden, die dann durch die Ausgußröhre P N sich zunächst auf die metallene Platte O M ergießt, und

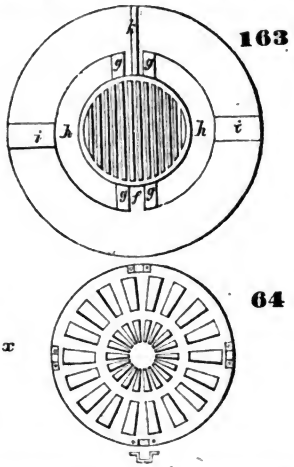
Digitized by Google

ſich von dieſer erſt über die in dem Faſſe befindliche Waare ausbreitet. Die Pumpe hat nur den Zweck im Anfang, vor Eintritt des Siedens angewandt zu werden; ſobald aber erſt eine lebhafte Dampfentwicklung in dem Keſſel Statt findet, ſo wird die ſiedende Lauge ohne alle äußere Bearbeitung der Pumpe durch die Elaſtizität der Dämpfe gehoben, indem ſich die Ventile der Pumpe durch den von unten wirkenden Druck öffnen, und die Pumpe nur einfach als Röhre dient. Daß der Keſſel auf gewöhnliche Art in einen Ofen eingemauert, und ſo geheizt wird, bedarf kaum der Erwähnung.

Der Laurieſche Apparat bietet mehrere ſehr bemerkenswerthe Vorzüge dar: Bei der beſtändigen Zirkulation der Lauge kommen die einzelnen Theile der Zeuge ſtets mit erneuerten Portionen derſelben in Berührung, wodurch die Auflöſung des Farbſtoffes ſehr weſentlich befördert wird. Da ferner dieſe Zirkulation zuerſt durch das Spiel der Pumpe, die wiederum durch eine Dampfmaſchine oder durch ein Waſſerrad in Bewegung geſetzt werden kann, ſpäter aber durch die Dampfentwicklung ſelbſt unterhalten wird, ſo hängt der Erfolg der Arbeit viel weniger, als bei dem älteren Verfahren, von der Sorgfalt oder Nachläſſigkeit der Arbeiter ab, der bedeutenden Erſparung an Alkali nicht einmal zu gedenken, die ſich, wie die Erfahrung lehrt, auf 25 Prozent beläuft.

Eine Abänderung dieſes Apparates, der jedoch ganz daſſelbe Prinzip zum Grunde liegt, zeigen die Figuren 162, 163, 164 (aus Schubarth's techniſcher Chemie entnommen). Fig. 162 ſtellt dieſen Bäuchapparat im ver-





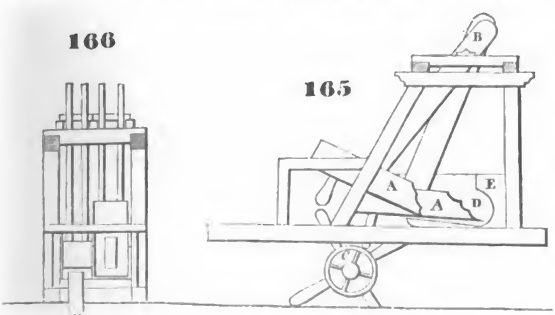
tikalen Durchſchnitt dar. Die weſentlichen Abweichungen dieſes Apparates von dem vorhin beſchriebenen beſtehen darin, daß die Pumpe ganz weggelaſſen iſt, ſtatt derſelben aber ein einfaches Rohr d von der Mitte des Gitters o bis nahe unter den Deckel hinaufreicht, durch welches die ſiedende Lauge emporſteigt, und daß der untere Keſſel nur durch ein einfaches Gitter oder einen Roſt von dem oberen Raume getrennt iſt. Der untere Keſſel, oder Sack b iſt aus ſtarkem Eiſenbleich zuſammengeſetzt und in einen Ofen eingemauert; der obere, zur Aufnahme der Zeuge beſtimmte, freiſtehende Theil aa iſt entweder auch aus Eiſenblech, oder aus Holz gearbeitet, mit dem Sack waſſerdicht verbunden, und oben mit einem gut ſchließenden

Digitized by Google

Deckel verſehen. Der eiſerne Roſt oder das Gitter c c, welches die Gränze zwiſchen dem unteren Laugenſack und dem oberen Keſſel bildet, iſt in Fig. 164 dargeſtellt, und trägt in der Mitte das Rohr d, durch welches die Lauge aufſteigt, um mittelſt der ſchirmförmig gebogenen Platte nach allen Seiten hin ſich über die Zeuge zu ergießen. Die Einrichtung des Ofens ergibt ſich aus Fig. 162 und 163, deren letztere ein horizontaler Durchſchnitt im Niveau der Linie x iſt. Das auf dem runden gußeiſernen Roſt brennende Feuer gelangt durch die Kanäle g g in die Feuerzüge h h, um ſo auch die Seitenwände des Laugenſackes zu umſpielen, und aus dieſen in den Schornſtein zu gelangen. Zwiſchen den Kanälen g g ſind die gemauerten Zungen f, in deren einer das Abflußrohr k zum Ablaſſen der Lauge aus dem Keſſel eingemauert iſt. Die Oeffnungen i i dienen blos zum Reinigen der Feuerzüge, und ſind während der Arbeit geſchloſſen.

Außer den beſchriebenen Koch- und Bäuchapparaten, iſt noch eine Menge anderer Werkzeuge und Maſchinen erforderlich, die beſonders beim Bleichen von Leinen und ſchweren baumwollenen Zeugen, zumal wenn das Geſchäft in größerer Ausdehnung betrieben wird, oft ſehr komplizirt und nicht minder koſtſpielig ſind. Dahin gehört hauptſächlich ein Waſſerrad von hinlänglicher Kraft, um die Waſchhämmer, die Waſchräder, Wringmaſchinen und anderen Vorrichtungen in Bewegung zu ſetzen.

Die Einrichtung der Waſchhämmer iſt aus Fig. 165 und 166 zu erſehen



und kommt der einer gewöhnlichen Walke ſehr nahe. Die Hämmer A A ſind bei B in eiſernen Lagern aufgehängt, und erhalten ihre Bewegung durch die Daumenwelle C. Die Zeuge werden in den Trog D eingelegt, und ſo durch die Einwirkung der Hämmer mit Hülfe der vorderen Krümmung E des Walktroges beſtändig gewandt und durch Aufleiten einer reichlichen Menge Waſſers gewaſchen. Solche Waſchhämmer ſind beſonders in Schottland und Irland ſehr gebräuchlich. In Irland hat man ſie oft von ſolcher Einrichtung, daß ſie durch Krummzapfen, ſtatt einer Daumenwelle in Bewegung geſetzt werden. Den Waſchhämmern werden in der Minute 24 bis 30 Hübe gegeben.

In Lancaſhire iſt der Gebrauch der Waſchhämmer gegenwärtig faſt ganz abgekommen, und dagegen das Waſchen in Waſchrädern eingeführt. (ſ. Waſchrad.)

Ueber das Bleichen der Leinwand.

Die Flachsfaſer enthält bedeutend mehr färbende Subſtanz als die Baumwolle; ſo verliert ſie beim Bleichen faſt ein Drittel ihres Gewichtes, während die letztere um höchſtens $\frac{1}{20}$ leichter wird. Die Faſer des Flachſes iſt in ihrem natürlichen Zuſtande von einer hell gelblichgrauen Farbe, nimmt aber bei der Operation des Rottens oder Röſtens, deren Zweck darin beſteht, die Faſern von der holzigen Subſtanz des Flachſes zu löſen,

Digitized by Google

wahrscheinlich in Folge einer Zersetzung des in der Rinde enthaltenen grünen Farbstoffes, eine dunklere Farbe an; daher denn auch Flachs, der ohne Röstung zubereitet ist, weit heller als der geröstete erscheint, und durch Waschen mit Seife ziemlich leicht so weit gereinigt werden kann, daß er eine fast weiße Farbe annimmt.

James Lee erhielt im Jahre 1812 ein Patent auf ein neues Verfahren, die Flachsfaser auf trocknem Wege zu reinigen, indem er gefunden hatte, daß die gewöhnliche und die Thaurotte keineswegs unentbehrlich sei, und daß Flachs sowohl wie Hanf nach seiner Methode behandelt eben so schön ausfallen, und eine noch größere Ausbeute an haltbarerer Faser liefere, als nach der alten Methode. Lee zeigte, daß wenn Flachs und Hanf gehörig reif geworden sind, der Bauer nichts weiter zu thun habe, als sie auszuziehen, auf dem Felde auszubreiten und an der Sonne zu trocknen, und endlich in einer von ihm erfundenen Maschine zu braken. Leider scheint sich diese so viel versprechende Erfindung nicht bewährt zu haben, da sie von dem Erfinder selbst, dem durch eine besondere Parlamentsacte die Begünstigung zu Theil wurde, daß sein Patent 7 Jahre uneröffnet bleiben durfte, nicht weiter in Ausführung gebracht ist.

Die Substanz, der der geröstete Flachs seine eigenthümlich grünlich graue Farbe verdankt, ist in kochendem Wasser, in Säuren und Alkalien unauflöslich, hat aber die Eigenschaft, sich bei längerem Aussetzen an die Luft zu oxydiren, und dadurch in ätzenden und kohlensauren Alkalien löslich zu werden. Flachs und Hanf verhalten sich in dieser Beziehung ganz gleich, daher auch das Bleichen beider auf demselben Prinzip beruht, den Farbstoff nämlich zu oxydiren und ihn darauf durch alkalische Laugen aufzulösen und fortzuschaffen. Bei der gewöhnlichen Bleichmethode wird die Oxydation des Farbstoffes dadurch bezweckt, daß man die Waare der vereinten Einwirkung von Luft, Feuchtigkeit und Licht exponirt, sie also der Rasenbleiche unterwirft. Derselbe Zweck aber wird auch, und zwar weit schneller, durch Chlor erreicht. Doch gelingt es nie, weder durch die Chlor- noch durch die Rasenbleiche, den Farbstoff durch eine einzige Operation vollständig zu beseitigen, sondern nur durch mehrmalige, abwechselnde Behandlung in der erwähnten Art erlangt die Flachsfaser ihre vollständige Weiße, und eben hiedurch wird die Leinenbleiche eine anscheinend etwas komplizirte Arbeit.

Nach diesen vorläufigen Bemerkungen über den eigentlichen Zweck der Chlor- oder der Rasenbleiche und der darauf folgenden Behandlung mit Lauge, lassen wir nun die genauere Beschreibung des Bleichverfahrens folgen, wie es in einer bekannten sehr guten Bleicherei, die stets sehr gut gebleichte Waare liefert, und zugleich mit bedeutendem Nutzen für die Unternehmer betrieben wird. — Damit soll jedoch nicht behauptet werden, daß dieses Verfahren in allen Fällen das beste sei, da ein jeder erfahrne Bleicher sehr wohl weiß, daß verschiedne Umstände, so namentlich auch die Beschaffenheit des Flachses, Abänderungen im Bleichverfahren bedingen können.

Um Wiederholungen zu vermeiden, mag ein für allemal bemerkt werden, daß wo im Folgenden von Waschen die Rede ist, eine mehrstündige Behandlung des Leinens im Waschrade oder unter Waschhämmern zu verstehen ist. Die Waschungen bilden einen unerläßlichen Theil der Arbeit, und der gute Erfolg derselben hängt wesentlich davon ab, ob die einzelnen Waschungen zwischen dem Bäuchen, Kochen, dem Chlor- und dem Sauerbad gut ausgeführt werden. Hinsichtlich des Auslegens auf den Bleichplan ist nur zu erwähnen, daß die Waare jedesmal vier, sechs bis acht Tage liegen bleibt, je nachdem es die Umstände erfordern.

Nachdem das Leinen vorläufig gewaschen und mit alter unreiner Lauge einmal vorgebäucht worden, unterwirft man sie der folgenden Reihe von Operationen, wobei angenommen ist, daß eine Partie von 360 Stück Britannias, deren jedes 35 engl. Ellen hält, und etwa 10 Pfund wiegt, auf einmal in Arbeit genommen werden:

Digitized by Google

1. Bäuchen mit 60 Pfund Perlasche, Waschen, Auslegen auf den Rasen.
2. dto. 80 „ dto. dto.
3. dto. 90 „ dto. dto.
4. dto. 80 „ dto. dto.
5. dto. 80 „ dto. dto.
6. dto. 70 „ dto. dto.
7. dto. 70 „ dto. dto.
8. dto. 70 „ dto. dto.
9. Sauerbad während einer Nacht; Waschung.
10. Bäuchen mit 50 Pfund Perlasche, Waschen, Auslegen auf den Bleichplan.
11. Zwölfstündiges Bad von Chlorkali oder Chlorkalk.
12. Kochung mit 30 Pfund Perlasche, Waschen, Auslegen.
13. dto. dto. dto. dto.
14. Sauerbad, Waschen.

Die Leinwand wird nunmehr mit einer starken, zu Schaum geschlagenen Auflösung von schwarzer Seife eingerieben, und in reinem möglichst weichen Quellwasser ausgewaschen. Man untersucht bei dieser Gelegenheit die Leinen, legt die gut und gleichförmig gebleichten Stücke bei Seite, um sie zu blauen und als fertige Waare in den Handel zu bringen, und unterwirft die noch nicht hinlänglich weißen Stücke einer nochmaligen Behandlung im Chlor- und Sauerbad.

Nach dem oben beschriebenen Verfahren würden die 360 Stück Britannias im Ganzen 680 Pfund Perlasche, also nicht ganz 2 Pfund per Stück erfordern, falls nicht ein Theil wegen unvollständiger Bleichung einer nochmaligen Behandlung unterworfen werden müßte; daher im Allgemeinen 2 Pfund Perlasche auf das Stück Leinwand gerechnet werden müssen.

Die in Irland übliche Bleiche stimmt mit der beschriebenen fast ganz überein, nur daß in der Menge der Pottasche, je nach den Umständen, kleine Aenderungen eintreten, und daß in den meisten Irischen Bleichereien das Chlorbad schon früher, nach dem fünften oder sechsten Bäuchen, gegeben wird. Hiedurch nämlich werden auch die Theile der Leinwand, die sich sonst schwierig bleichen würden, völlig weiß, zumal, wenn auch das Sauerbad schon in einer frühern Periode in Anwendung gebracht wird. Auf die Zweckmäßigkeit der frühzeitigen Anwendung des Sauerbades wurde zuerst von Grimshaw, Kattundrucker in der Nähe von Belfast, aufmerksam gemacht, daher diese Abänderung des sonst üblichen Verfahrens gegenwärtig fast überall eingeführt ist.

Bleichen der Seide.

Die rohe Seide, in dem Zustande wie sie in dem Kokon der Seidenraupe vorkommt, ist entweder weiß oder gelb und mit einem firnißartigen Ueberzuge versehen, welcher eben die Ursache der verschiedenen Farbe ist, und der Seide eine gewisse Steifigkeit und Elastizität ertheilt. Für die meisten Zwecke ist es nöthig, die Seide von diesem Ueberzuge, den man lange für eine Art Gummi gehalten hat, zu befreien, das Entschälen der Seide, (scouring, decreusage.)

Unter den vielen älteren und neueren Vorschlägen zum Entschälen der Seide hat noch keiner das alte Verfahren übertroffen, oder auch nur erreicht, nach welchem nämlich die Seide mit heißem Seifenwasser behandelt wird, wie dies durch die interessanten Versuche von Roard nachgewiesen ist. Die ätzenden Alkalien sowohl, wie die alkalisch reagirenden Salze derselben lösen das Gummi der Seide vollständig auf; selbst durch Kochen mit reinem Wasser wird es mit der Zeit aufgelöst; aber nichts eignet sich hiezu besser, und erhält den Glanz und die Weichheit der Seide so vollkommen, als eine rasche Kochung in Seifenwasser. Die Chinesen freilich scheinen die Seide auf eine andere noch vollkommuere Art zu entschälen, doch ist es auch möglich, daß die ausgezeichnete Schönheit der chinesischen Seide ihren Grund in der vorzüglichen Beschaffenheit der rohen Seide hat.

Das älteste Verfahren der Entschälung zerfällt in drei Operationen.

Digitized by Google

Die erste, das Degummiren, wird mit einer kochend bereiteten Seifenauflösung in reinem Flußwasser bewirkt, die 30 Prozent Seife von dem Gewicht der Seide enthält. Man mäßigt nun die Hitze der Seifenlösung durch Zusatz von etwas kaltem Wasser, und löscht das Feuer unter dem Kessel aus. Die auf horizontalen Stäben über dem Kessel aufgehängte Seide wird dann in die Seifenlösung herabgelassen, und diese in einer, nicht ganz bis zum Sieden gehenden Temperatur erhalten, weil die Substanz der Seide von einer so konzentrirten Seifenlösung angegriffen werden und einen Theil ihres Glanzes verlieren würde. In dem heißen Seifenbade löst sich der Firniß und der Farbstoff allmählig auf, worauf dann die Seide in ihrer Weiße und zarten Biegsamkeit zum Vorschein kommt. Ist dieser Punkt erreicht, und die Seide völlig degummirt, so nimmt man sie wieder aus dem Bade, ringt sie aus und lockert sie wieder auf. Nunmehr folgt die zweite Operation, das Kochen. Zu diesem Ende gibt man die degummirte Seide zu 25 bis 35 Pfund in Säcke oder Taschen von grober Leinwand und bringt diese in ein ähnliches Seifenbad wie vorhin, nur daß es weniger konzentrirt ist, und daher ohne Nachtheil für die Seide zum Kochen erhitzt werden kann. Man läßt die Seide in diesem Bade eine bis anderthalb Stunden lang kochen, wendet aber während dieser Zeit die Säcke häufig, damit nicht die zu unterst liegenden allzulange der höheren Temperatur, die in dem unteren Raume des Kessels herrscht, exponirt bleiben. Bei diesen ersten beiden Operationen erleidet die Seide einen Gewichtsverlust von 25 Prozent.

Die dritte und letzte Arbeit hat den Zweck, der Seide eine ganz schwache Färbung, und somit ein angenehmeres Ansehen zu ertheilen. Man unterscheidet verschiedene Nuancen von Weiß, als Silberweiß, Azurweiß, blanc de Chine u. a. Um diese verschiedenen Schattirungen von Weiß darzustellen, bereitet man zuvörderst eine Seifenauflösung von der Stärke, daß sie beim Umrühren einen starken Schaum gibt, und setzt, zum blanc de Chine, ein wenig Orlean zu, den man recht sorgfältig einrührt, worauf dann die Seide so lange darin herumgenommen wird, bis sie die verlangte röthliche Farbe angenommen hat. Um die übrigen bläulichen Nuancen zu erhalten, bedient man sich des Indigs, der zuerst mehrere Male mit heißem Wasser gewaschen, hierauf zum feinsten Pulver gerieben und nun geschlämmt wird, indem man ihn in kochendes Wasser einrührt, die Flüssigkeit einige Minuten stehen läßt, damit sich die gräberen Theile absetzen, und nun die überstehende Flüssigkeit, in welcher sich die feinsten Theile des Indigs aufgeschwemmt befinden, in der erforderlichen Quantität dem Seifenwasser zusetzt, und die Seide damit färbt, worauf sie ausgerungen und getrocknet wird. Zuletzt pflegt man sie, besonders wenn sie nicht weiter gefärbt werden soll, noch zu schwefeln. In Lyon dagegen wird bei der dritten so eben beschriebenen Operation, keine Seife angewandt, sondern wenn die Seide gehörig degummirt ist, wäscht man sie, schwefelt sie und blauet sie durch Behandlung mit klarem Flußwasser, dem man den nöthigen Zusatz von präparirtem Indig gibt.

Seide, die zu Blonden und Gaze bestimmt ist, darf nicht degummirt werden, weil es für diese und ähnliche Zwecke sehr wesentlich ist, daß sie ihre natürliche Steifheit behält. Man sucht daher für solche Zwecke entweder ächt Chinesische Seide, oder von Europäischer Seide die allerweißeste zu erhalten, nimmt sie durch ein Bad von reinem Wasser, oder ganz schwachem Seifenwasser, ringt sie aus, schwefelt sie, und blauet sie auf die angegebene Art. Mitunter werden diese Arbeiten wohl mehrere Male wiederholt.

Bevor Roard seine interessanten Bemerkungen über das Entschälen der Seide publizirte, herrschten sehr schwankende und unrichtige Ansichten über die Natur des Firnisses der rohen Seide. Roard zeigte zuerst, daß diese Substanz nichts weniger als ein Gummi sei, wofür man sie bis dahin gehalten hatte, sondern daß sie sich in ihren Eigenschaften mehr dem Bienenwachs anschließe, und eine Art Oel, nebst Farbstoff enthalte.

Digitized by Google

Sie beträgt in der rohen Seide an 23 bis 24 Prozent, und verursacht, wie schon erwähnt, durch ihre Auflösung in dem Seifenwasser den bedeutenden Gewichtsverlust, der jederzeit mit dem Entschälen derselben verbunden ist. In gewisser Hinsicht freilich hat sie einige Aehnlichkeit mit vegetabilischem Gummi, weicht jedoch in den meisten Eigenschaften durchaus davon ab. In trocknem Zustande ist sie ganz spröde und zerreiblich, dabei glasglänzend auf den frischen Bruchflächen. Sie löst sich in Wasser zu einer, wie Seife schäumenden Flüssigkeit. Auf glühenden Kohlen entwickelt sie ganz den stinkenden Geruch nach verbrannten Federn, zum Zeichen, daß sie Stickstoff in ihrer Mischung enthält. Die wässrige Lösung hat eine goldgelbe Farbe, wird aber beim Stehen an der Luft bald grünlich, und geht darauf in stinkend faulige Gährung über. Nach Roards Berechnung könnte allein Lyon jährlich mehrere tausend Zentner dieser Substanz liefern, wenn sie anders zu irgend einem technischen Zweck gebraucht werden könnte. Der gelbe Farbstoff ist von harziger Beschaffenheit, unlöslich in Wasser, dagegen in Alkohol leicht auflöslich, er enthält eine geringe Menge flüchtiges Oel, das ihm einen ranzigen Geruch ertheilt. Sowohl durch den gemeinschaftlichen Einfluß von Luft und Licht, als auch durch Chlor wird er leicht gebleicht. Alle Seide selbst die Chinesische, enthält etwas Wachs, jedoch um so weniger, je weißer sie ist.

Roard hat die Beobachtung gemacht, daß wenn Seide nach bewirkter Entschälung noch längere Zeit mit Seifenwasser gekocht wird, sie an Körper verliert, und wesentlich verschlechtert wird. Sie verliert ihren Glanz, ihre rein weiße Farbe, und löst sich theilweise auf, eine Erscheinung, die selbst beim anhaltenden Kochen in reinem Wasser eintritt. Gerade aus diesem Grunde ist es nicht zuläßig, Seide in der Hitze mit Alaun zu beitzen, eben so büßt sie beim Braunfärben einen Theil ihres Glanzes ein, weil diese Farbe ein kochend heißes Farbebad erfordert. Es ist demnach Regel, beim Entschälen der Seide das Seifenbad nicht länger fortzusetzen als unumgänglich nöthig ist, und auch beim Färben so niedrige Temperaturen wie irgend möglich anzuwenden. Hat man Seide zu entschälen, die zum Färben bestimmt ist, so wendet man beim Entschälen weit weniger Seife an, besonders bei dunkelen Farben.

Nach Roard läßt sich rohe, sowohl weiße wie gelbe Seide, in einer Stunde vollständig entschälen, wenn man sie mit der fünfzehnfachen Menge Wassers, und der entsprechenden Menge Seife kocht, wobei es am besten ist, die Seide und die Seife eine halbe Stunde vor Eintritt des Kochens in das Wasser zu bringen, und sie häufig umzuwenden. Matt gewordene Seide erlangt durch bloße Behandlung im Seifenbad nie eine schöne Weiße, wenn man sie nicht nachträglich schwefelt, oder an der Sonne bleicht, womit sich auch die Chinesen helfen sollen.

Statt der Seife ist zum Entschälen der Seide auch kohlensaures Natron vorgeschlagen, jedoch nicht in Aufnahme gekommen. Der Abbé Collomb versuchte im Jahre 1785 Seide durch 8stündiges Kochen in reinem Wasser zu entschälen und fand, daß die Seide zwar stärker bleibt, aber nicht so weiß wird wie im Seifenbad. Ferner ist in England ein Patent auf eine neue Bleichmethode mit Wasserdampf genommen, worüber das Nähere in dem Artikel „Seide" nachzusehen ist.

Aller Wahrscheinlichkeit nach bewirken die Chinesen die Entschälung der feinen weißen Seide, die nach Europa geht, ohne Seife.

Michael de Grubbens, der sich längere Zeit in Canton aufhielt, sah und führte selbst das dort übliche Verfahren aus, und machte es in den Memoiren der Akademie in Stockholm vom Jahre 1803 bekannt. Es besteht darin, die Seide mit einer Art weißer Bohnen, kleiner noch als die sogenannten türkischen Erbsen, etwas Waizenmehl, Kochsalz und Wasser zu behandeln. Das beste Verhältniß ist 5 Theile Bohnen, 5 Salz, 6 Mehl und 25 Wasser. Die Bohnen werden vorher gewaschen. In wiefern das Dekokt dieser Materiale die Auflösung des Seidenfirnisses bewirken könne, ist in der That schwer zu sagen.

Digitized by Google

Ein anderes, von Baumé angegebenes, Verfahren scheint zwar noch nicht durch Ausführung im Großen bestätigt zu sein, jedoch ein gutes Resultat zu versprechen. Er mazerirt nämlich die rohe gelbe Seide mit einer Mischung von Alkohol von 0,837 spez. Gew. und $^1/_{12}$ reiner Salzsäure. Nach Verlauf von 48 Stunden erscheint die Seide so weiß wie nur möglich, und zwar um so weißer, je besser die Seide; sie erleidet hiebei einen Gewichtsverlust von nur $^1/_{40}$, zum Beweise, daß nur der gelbe Farbstoff ausgezogen und beseitigt wird. Die Kostbarkeit des Alkohols wird dieser Methode freilich wohl stets im Wege stehen, wenn man gleich durch Neutralisation der Säure mit Kreide und darauf folgende Destillation den Alkohol zum Theil wiedergewinnen könnte.

Vom Bleichen der Wolle.

So wie die Seide, ist auch die Wolle im rohen Zustande mit einer eigenthümlichen Substanz überzogen, die ihrer Anwendung zu den meisten Zwecken durchaus im Wege ist. Es ist dies der sogenannte Schweiß (yolk, suint), eine fettige, salbenartige Materie, von starkem Geruch, die, wie es scheint, durch die Hautausdünstung der Schafe ausgeschieden wird, und sich so auf der Wolle befestigt, später aber durch äußere Einflüsse in ihren Eigenschaften modifizirt wird. Nach der Analyse von Vauquelin besteht der Schweiß der Wolle aus 1) einer Kaliseife, die den Hauptbestandtheil bildet, 2) einer ziemlichen Menge von essigsaurem Kali, 3) ein wenig kohlensaurem Kali und Chlorkalium, 4) einer Spur Kalk in unbekannter Verbindung, 5) einer Art Fettsäure, und endlich einer thierischen Substanz von eigenthümlichem Geruche. Daß außer diesen eigentlichen Bestandtheilen des Schweißes noch zufällige Nebenbestandtheile, Schmutz u. dgl. in der rohen Wolle vorkommen müssen, ist sehr natürlich.

Die Menge des Schweißes variirt nach den verschiedenen Wollgattungen, ist aber im Allgemeinen um so beträchtlicher, je feiner die Wolle; so daß feinere Wollen wohl 45 Prozent beim Waschen verlieren, ordinäre dagegen durchschnittlich nur 35 Prozent.

Da der Schweiß hauptsächlich aus einer Kaliseife besteht, so löst er sich mit Rücklassung von wenig fettiger Substanz, die sich jedoch leicht von den Haaren ablöst, ohne Schwierigkeit im Wasser auf; daher man glauben könnte, daß eine einfache Waschung der Wolle in reinem Wasser zu ihrer Reinigung hinreichen müsse. Die Erfahrung hat jedoch dargethan, daß das gewöhnlich übliche Verfahren weit besser ist, wonach die Wolle eine kurze Zeit in eine Mischung von warmen Wasser und gefaultem Harn gelegt wird. Hat das Bad eine Temperatur von etwa 60° C., so reichen 15 bis 20 Minuten zum Entschweißen hin. Nach Verlauf dieser Zeit nimmt man die Wolle aus dem Bade, läßt sie abtropfen, und wäscht sie in großen Körben am Flusse.

Man nimmt ziemlich allgemein an, daß der gefaulte Harn ganz besonders durch das in ihm enthaltene Ammoniak so wirksam ist, insofern dieses nicht nur die gewöhnlich vorhandene freie Fettsäure neutralisirt und löslich macht, sondern auch die übrigen fettigen Theile in eine Emulsion bringt. Vauquelin war dieser Ansicht nicht, weil er gefunden hatte, daß Wolle, in Wasser mit Salmiak und gebranntem Kalk eingelegt, nicht besser entschweißt wurde als in reinem Wasser, und schloß daraus, daß es besonders der Harnstoff sei, dem man diese auflösende Wirkung zuzuschreiben habe. Wie dem aber auch sei, so ist nur gefaulter Harn für diesen Zweck zu brauchen, indem frischer Harn eine freie Säure enthält, die die Kaliseife zersetzen und unauflöslich machen würde.

Wenn, wie die Erfahrung lehrt, das Waschen der Wolle in reinem Wasser besser gelingt bei einer kleineren Quantität Flüssigkeit, als einer größeren, so beruhet dies darauf, daß die von einem Theil der Wolle bereits aufgelöste Kaliseife die fernere Auflösung des Schweißes besser befördert, als bloßes Wasser. Beim Entschweißen mit gefaultem Harn

Digitized by Google

hat man darauf zu achten, daß die Wolle nicht unnöthig lange in dem Bade liegen bleibt, weil die Lösung des Schweißes und das Ammoniak des Harns nachtheilig auf sie einwirken und sie theils schwächen, theils auch die Haare zum Anschwellen bringen, wo sie dann leicht spalten. Ein anderer Umstand, auf den beim Entschweißen wohl zu achten, ist der, die Wolle nicht so gewaltsam durchzuarbeiten, daß ein Zusammenfilzen der Haare eintritt; die mechanische Bearbeitung muß sich darauf beschränken, die Wolle in der Bütte langsam umherzuschieben, oder sie mäßig mit den Füßen zusammen zu drücken. Haben sich die Haare einmal gefilzt, so erwächst daraus für die fernere Bearbeitung beim Verspinnen eine große Unbequemlichkeit.

Wegen der zersetzenden Einwirkung von kochendem Wasser auf die Wollfaser ist es wichtig, die Temperatur des Urinbades nie so hoch steigen zu lassen, daß sie dem Siedpunkt nahe kommt, am besten ist es, nicht über 60° C. zu gehen.

Von einigen Schriftstellern werden alkalische Laugen und Seifenwasser beim Entschweißen der Wolle empfohlen, ohne, wie es scheint, die Praktiker in ihrem bisherigen, ganz genügenden Verfahren wanken gemacht zu haben.

Weiße wollene Ware muß, bevor sie in den Handel gebracht werden kann, noch geschwefelt, d. h. mit schwefligter Säure, entweder in Gasgestalt, oder in flüssiger Form behandelt werden. Im ersteren Fall läßt man Schwefel in einem genau verschlossenen Zimmer oder sonstigen Raume, in welchem die Ware ausgebreitet liegt, verbrennen; im ersteren taucht man die Ware in mit schwefligter Säure imprägnirtes Wasser ein. (M. s. „Schwefeln".) Betrügerischer Weise wird die Wolle wohl, um ihr ein weißeres Ansehen zu geben, und ihr Gewicht zu vermehren, in Buttermilch, oder in Kreidewasser getaucht.

Das Bleichen der Wolle geschieht zum Theil im Fließ, zum Theil als Garn oder Zeug; am bequemsten ist das letztere.

Wenn die Wolle geschwefelt ist, so pflegt sie sich rauh und hart anzufühlen, was man durch ein schwaches Seifenbad heben kann, dessen sich die Wollkämmer auch sonst gern bedienen, um der Wolle den höchstmöglichen Grad von Weiße zu geben. Man nimmt dazu gewöhnlich weiche Seife, läßt die Wolle in dem warmen Seifenbade gut durchweichen, arbeitet sie vorsichtig, um das Filzen zu vermeiden, darin durch, ringt sie aus und läßt sie trocknen.

Das Bleichen der Papier-Lumpen.

Das Bleichen der Lumpen geschieht gewöhnlich, nachdem sie in den Zustand von Halbzeug gebracht sind, von welchem man das Wasser soweit ablaufen läßt, daß es noch einen dünnen Brei bildet. Dieser Masse setzt man nun eine klare Lösung von Chlorkalk zu, deren Stärke sich nach der Färbung der Lumpen richtet, die eben daher möglichst gut sortirt sein müssen, und setzt den Holländer in Gang, um das Halbzeug mit der Bleichflüssigkeit aufs innigste zu vermischen. Nach Verlauf einer Stunde läßt man wieder das volle Wasser auf den Holländer und fährt nun, wie sonst, mit der Arbeit fort. Man rechnet im Allgemeinen 2 bis 4 Pfund guten Chlorkalk auf die 100 Pfd. Lumpen.

Bestehen die Lumpen aus gefärbten oder gedruckten Kattunen, so werden sie ebenfalls erst in Halbzeug verwandelt, und dann in ein großes Faß gegeben, das um eine horizontale Achse drehbar ist. Auf je 100 Pfund Lumpen wird nun eine Lösung von 4 bis 8 Pfund Chlorkalk hinzugegeben, und nun auf jedes Pfund Chlorkalk ein halbes Pfund Schwefelsäure zugegossen. Man verschließt das Spundloch, oder vielmehr die an der Stelle des Spundes vorhandene viereckige Klappe, und setzt das Faß in schüttelnde, hin- und hergehende Bewegung. In Kurzem ist das Zeug gebleicht; worauf es aufs sorgfältigste gewaschen wird, um alle Salzsäure und das Chlor, sowie auch den gebildeten schwefel-

Digitized by Google

sauren Kalk fortzuschaffen, von welchem gern eine Portion in dem fertigen Papiere zurückbleibt, die sowohl Feder wie Dinte verdirbt.

Bleiglanz. (Galena, Plomb sulfuré.) ist natürliches Schwefelblei. Es hat eine bleigraue Farbe und vollkommenen Metallglanz, krystallisirt in Würfeln und anderen verwandten Formen, und besitzt einen dreifachen, sehr ausgezeichneten Blätterdurchgang nach den Richtungen der Würfelflächen. Schon durch das ausgezeichnet blätterige Gefüge und die damit verbundene Sprödigkeit, in deren Folge er sich sehr leicht pulverisiren, aber weder aushämmern noch schneiden läßt, ist er vom reinen metallischen Blei, mit dem er in Farbe und Glanz sehr nahe übereinkommt, leicht zu unterscheiden. Sein spezifisches Gewicht ist 7,7592. Vor dem Löthrohr kommt er unter Entwicklung von Schwefelgeruch zum Schmelzen, und läßt sich durch fortgesetztes Blasen zum Bleikorn reduziren.

Salpetersäure wirkt sehr heftig auf ihn ein, und löst unter Abscheidung des Schwefels das Blei aus ihm auf, verwandelt ihn aber bei längerer Digestion, wobei sich auch der Schwefel oxydirt, in schwefelsaures Bleioxyd.

Der Bleiglanz ist bei Weitem das wichtigste Bleierz, und kommt fast in allen Gebirgsformationen, auf Gängen, Lagern und in stockförmigen Massen vor, gewöhnlich von Zinkblende, verschiedenen Bleiverbindungen, Schwerspath, Flußspath und anderen Mineralkörpern begleitet.

Er enthält in 100 Theilen in runder Zahl 86 Blei gegen 13 Schwefel, nebst etwas Eisen und oft einer geringen Menge Silber.

Außer zur Bleigewinnung, dient er auch im feinpulverisirten Zustande unter dem Namen Alquifoux zum Glasiren der Töpferwaare, endlich auch als Streusand, zum Verzieren von Papparbeiten u. dgl. —

Bleiglätte. (Litharge) oder schlechtweg Glätte, nennt man das Bleioxyd, wenn es durch Schmelzung und nachheriges Erstarren die Form einer blätterigen, aus dünnen sechsseitigen Täfelchen bestehenden, röthlich gelben, halbdurchsichtigen Masse, angenommen hat. Sie entsteht im Großen hauptsächlich bei der Treibarbeit (m. s. den Artikel „Silber"), wo das silberhaltige Blei auf einem flachen Heerde im glühend geschmolzenen Zustande einem heftigen Luftzuge dargeboten wird. Da sie fast jederzeit eine geringe, wiewohl nach den Umständen verschiedene Menge von rothem Bleioxyd eingemengt enthält, so spielt die Farbe mehr oder weniger ins Rothe, worauf sich die Benennungen Gold- und Silberglätte beziehen. An freier Luft zieht sie Kohlensäure an, muß daher in gut verschlossenen Gefäßen aufbewahrt werden.

Bleistifte. (Pencils, Crayons). Ein viereckiges oder rundes Stängelchen von Graphit, das entweder in Holz eingefaßt oder auch frei, ohne Hülle, zum Zeichnen und Schreiben dient.

Die besten englischen Bleistifte werden aus kompakten Stücken von dichtem Graphit gesägt, die vorher in verschlossenen Gefäßen einer starken Rothglühhitze ausgesetzt werden. Die Stifte werden gewöhnlich in Zedernholz eingefaßt, zum Theil aber auch für die bekannten silbernen Bleistifthalter, die sogenannten ever-pointed pencils, in Form kurzer runder Stiftchen verkauft. Die Einrichtung dieser Bleistifthalter besteht im Wesentlichen darin, daß ein Graphitstiftchen an dem vorderen Ende eines kurzen Metalldrahtes befestigt und mit einer dünnen röhrenförmigen Hülse umgeben wird, in welcher er sich frei hin und herschieben läßt. Durch eine Schraube wird nun der Draht mit dem Graphitstifte allemal soweit vorgeschraubt, daß der Stift um ein wenig aus der vorderen Oeffnung der röhrenförmigen Hülse hervorragt, und eine zum Schreiben hinreichend feine Spitze darbietet, die daher nie angespitzt zu werden braucht.

Im Jahre 1795 wurde von dem Franzosen Conté ein sehr sinnreiches Verfahren zur Anfertigung künstlicher Bleistifte von ausgezeichneter

Digitized by Google

Güte erfunden, wodurch er und sein Nachfolger und Schwiegersohn Humblot sich ein großes Vermögen erworben haben. Er wendet nämlich sehr reinen, besonders kalk- und sandfreien Thon an, den er mit Graphitpulver oder auch mit anderen gepulverten Farben innig mengt, und glüht, um so eine kompakte, wiewohl abfärbende Masse zu erhalten. Der Thon hat die Eigenschaft, beim Erhitzen zu erhärten, und zwar je nach der höheren oder niederen Temperatur beim Brennen mehr oder weniger hart zu werden, wodurch denn die Möglichkeit gegeben ist, Bleistifte von jedem beliebigen Grade von Härte und Weichheit herzustellen. Der Thon muß zu diesem Ende sorgfältig geschlämmt werden, indem man ihn in reinem Flußwasser aufschwemmt und die Flüssigkeit 2 Minuten lang ruhig stehen läßt, während welcher Zeit der Sand und alle gröberen Theilchen sich zu Boden setzen. Nach Verlauf dieser Zeit zieht man die überstehende milchige Flüssigkeit mit einem Heber, der nur gerade in die Oberfläche derselben eintaucht, in ein anderes, niedriger stehendes Faß, worin sich der Thon allmählig absetzt, worauf man dann das überstehende klare Wasser abzieht, den Thon auf ein Filtrum bringt und trocknen läßt, wo er dann zum Gebrauche fertig ist.

Den Graphit zerreibt man in einem eisernen Mörser zu einem feinen Pulver, drückt ihn in einen Tiegel ein, und setzt ihn einer, dem Weißglühen nahe kommenden Glüh-Hitze aus. Der Zweck dieser Glühung besteht darin, dem Graphit einen erhöhten Grad von Glanz und Weichheit zu ertheilen.

Das Vermischen von Thon und Graphit geschieht am besten im trocknen pulverförmigen Zustande, wo man sie am sichersten dem Gewichte nach bestimmen kann. Je weniger Thon dem Graphit zugesetzt wurde, und je schwächer die Mischung nachher geglüht wird, um so weicher werden die Bleistifte, und umgekehrt. Die besten Verhältnisse für gewöhnliche Bleistifte sind zwei Theile Graphit und drei Theile Thon, oder auch gleiche Theile von Beiden; doch lassen sich unzählige Abstufungen theils in der Härte, theils der größeren oder geringeren Schwärze, hervorbringen: ein wesentlicher Vortheil, den diese Bleistiftfabrikation vor der englischen voraus hat, bei der man sich mit dem Graphit begnügen muß, so wie ihn eben die Natur darbietet. Die mit künstlicher Graphitmasse angefertigten Bleifedern sind dabei eben so schwarz, wie die mit natürlichem, und haben vor diesen noch den Vorzug, daß die Schriftzüge keinen so starken Metallglanz besitzen, der bei Bleistiftzeichnungen immer etwas störend ist. Nöthigenfalls kann jedoch fast derselbe Glanz wie beim reinen Graphit erzielt werden, wenn man verhältnißmäßig viel Graphit und wenig Thon anwendet, und der Mischung durch starkes Brennen die gehörige Härte gibt.

Um sich zu überzeugen, daß der Graphit bis zu dem nöthigen Grade von Feinheit pulverisirt ist, setzt man ihm etwas Thon zu, trocknet und glüht eine Probe davon, und untersucht nun, ob er beim Anschneiden mit einem Messer auf der Schnittfläche ein vollkommen gleichförmiges Ansehen ohne alle glänzende Pünktchen darbietet. Bemerkt man noch Graphitblättchen, so muß mit dem Reiben des Graphits noch länger fortgefahren werden. Ist er endlich zu erforderlichem Grade von Feinheit gebracht, so gibt man den Rest des Thones zu, und reibt die Mischung auf einem Reibsteine mit Zusatz von etwas Wasser, bis ein vollkommen homogener dünner Teig entstanden ist, den man zum Gebrauch an einem recht feuchten Orte aufbewahrt.

Zum Formen der Stifte aus der weichen Graphitmasse dienen hölzerne Bretter, die, um nicht von der Feuchtigkeit affizirt zu werden, in Oel gekocht sein müssen, und die auf der einen Seite mit einer Menge schmaler Ruthe versehen sind, deren Länge, Breite und Tiefe, der beim Trocknen der Masse eintretenden Schwindung wegen um etwas größer ist, als die Dimensionen der zu formenden Stifte. In diese Ruthe streicht man die Masse mit einem Spatel ein, legt ein zweites, gleichfalls in

Digitized by Google

Oel gekochtes Bret darauf, und schraubt beide mittelst Schraubenzwingen zusammen. Da nun die äußere Luft nur zu den beiden Enden jeder Nuth Zugang hat, so trocknen auch die Enden eines jeden Stifts zuerst, lösen sich beim Schwinden von dem Holze los, und gestatten so der Luft, weiter einzudringen, und nach und nach den Stift der ganzen Länge nach zu trocknen. Durch die Trocknung haben sich nun die Stifte von den Seitenwänden der Nuthe losgegeben, so daß, wenn man wollte, man sie schon jetzt herausnehmen konnte. Bevor man jedoch hiezu schreitet, stellt man die ganzen Breter in einen mäßig erwärmten Ofen, um die Stifte noch vollständiger auszutrocknen, nimmt demnächst die Breter wieder heraus, und schüttet die Stifte auf einen mit Tuch überzogenen Tisch. Ist die ganze Arbeit mit gehöriger Sorgfalt ausgeführt, so findet man nur wenige Stifte zerbrochen, alle aber sind vollkommen gerade, woran natürlich ganz besonders viel gelegen ist.

Nunmehr folgt das Glühen der Stifte. Sie werden zu dem Ende aufrecht in einen Tiegel eingesetzt, der fast ganz mit Stiften gefüllt wird, worauf man den noch übrigen Raum mit Kohlenpulver, feinem Sand oder gesiebter Holzasche füllt; der Deckel wird aufluttirt, der so beschickte Tiegel in einen Ofen eingesetzt, und mit Benützung des Wedgwoodschen Pyrometers genau bis zu der Temperatur gebracht, die der beabsichtigten Härte der Masse entspricht. Nach beendigter Glühung läßt man den Tiegel langsam abkühlen, bevor man die Stifte herausnimmt.

Die Stifte zu den Bleifedern, die zu architektonischen Zeichnungen und anderen feinen Linien bestimmt sind, werden, bevor man sie einfaßt, in sehr heiß geschmolzenes Wachs eingetaucht, vorher jedoch auf einem Rost liegend über Kohlenfeuer gehörig angewärmt. Durch diese Tränkung mit Wachs nimmt die Masse eine gewisse Milde an, reibt sich beim Gebrauch nicht so schnell ab, und konservirt die Spitze vorzüglich gut; wenn jedoch die Bleifedern zu Schattirungen bei architektonischen Zeichnungen dienen sollen, so dürfen sie nicht mit Wachs getränkt werden.

Eine zweite etwas abweichende Methode der Verfertigung von Bleistiften, beruht darauf, daß man der Masse eine geringe Menge Lampenschwarz zusetzt, wobei das eben beschriebene Verfahren unverändert beibehalten wird, nur daß bei der Glühung sehr darauf gesehen werden muß, den Zutritt der Luft zu den Stiften vollständig auszuschließen, weil sonst die Kohle des Lampenrußes leicht verbrennt.

Durch den Zusatz von Lampenruß entsteht natürlich ein viel tieferes Schwarz, und man hat es so in seiner Gewalt, jede beliebige Schattirung vom Graphitgrau bis beinahe zum Kohlschwarz hervorzubringen. Bleistifte dieser Art eignen sich besonders dazu, nach der Natur zu zeichnen.

Eine eigenthümliche Manier, die Stifte zu formen, ist noch die folgende. Man verschafft sich eine Anzahl eiserner Stifte, etwas dicker und länger, wie die zu formenden, und befestigt sie aufrecht auf dem unteren Boden eines eisernen Kastens, in den man nun eine Legirung von Zinn, Blei, Wismuth und Antimon, die sich ziemlich leicht schmelzen läßt, eingießt. Nach dem Ersteren zieht man die eisernen Stifte oder Stängelchen heraus, wo dann das Ganze einen Metallklumpen darstellt, der mit einer Menge röhrenförmiger Höhlungen durchbrochen ist, welche nun zum Formen der Graphitstifte dienen. In diese Form preßt man die weiche Graphitmasse ein, und legt nun das Ganze zum Trocknen der Stifte bei Seite. Durch das Schwinden werden diese so lose, daß sie aus der Form ohne Schwierigkeit herausgeschüttet werden können. Nach dem Herausnehmen werden sie dann noch zuerst im Schatten, hierauf in einem Wärmzimmer, dann in einem Ofen getrocknet, und endlich gebrannt.

Bei den ferneren Untersuchungen von Conté und Humblot ergab es sich, daß es nicht möglich ist, die Bleifedern in jedem beliebigen Grade von Härte und doch von vollkommener Gleichförmigkeit der Masse aus bloßem Thon und Graphit herzustellen; sie fanden jedoch ein Mittel,

Digitized by Google

dieſem Uebelſtande abzuhelfen, das darin beſteht, die getrockneten Stifte in Salzauflöſungen von verſchiedener Konzentration einzutauchen, und dann zu glühen. Die Maſſe erlangt hiedurch eine größere Härte, ohne Beeinträchtigung der Gleichförmigkeit. Am brauchbarſten zeigten ſich in dieſer Beziehung die nicht zerfließlichen ſchwefelſauren Salze, z. B. ſchwefelſaures Natron. Auch Syrup leiſtete gute Dienſte.

Zu ganz harten Bleifedern für architektoniſche Arbeiten empfiehlt Conte eine Legirung von Blei, etwas Antimon, und ein klein wenig Queckſilber. —

Bleiweiß. (White lead, Ceruse, blanc de plomb.) Die einzige, zum Anſtreichen von Holz, Stein u. dgl., ſo wie auch in der feineren Malerei gebräuchliche weiße Farbe. Es miſcht ſich vorzüglich gut mit Oel, ohne dadurch in ſeiner Weiße zu verlieren, vertheilt ſich ſehr gut unter dem Pinſel, bildet auf Holz, Stein, Metallen u. dgl. einen ſehr gleichmäßigen Ueberzug, und deckt ungemein ſtark. Man wendet es theils allein für ſich, theils mit anderen Farben an, um ihnen mehr Körper und Deckkraft zu geben. Bei dem ſo großen Verbrauch des Bleiweißes bildet die Fabrikation desſelben an vielen Orten einen wichtigen Induſtriezweig, ſo z. B. in Klagenfurth in Kärnthen. In Krems, woher der Name Kremſer Weiß, ſollen ehemals bedeutende Bleiweißfabriken beſtanden haben; gegenwärtig ſind hier keine mehr vorhanden.

Das ältere bereits ſeit undenklichen Zeiten und auch jetzt noch ſehr allgemein gebräuchliche Verfahren der Bleiweißfabrikation beſteht darin, daß man metalliſches Blei der vereinten Einwirkung von Eſſigdämpfen und Kohlenſäure ausſetzt, wodurch es ſich allmählig in Bleiweiß umändert; nach neueren Methoden dagegen ſtellt man es aus Bleioxyd dar, welches man, wenn gleich auf einem Umwege, mit Kohlenſäure ſättigt.

Das in Klagenfurth übliche Verfahren iſt von Marcel de Serres beſchrieben, und beſteht kürzlich in Folgendem: Man verarbeitet hier das Blei von Bleiberg, das ſehr rein und namentlich eiſenfrei iſt, und ſich gerade hiedurch ſo ſehr gut zum Bleiweiß eignet. Es wird in eiſernen Töpfen geſchmolzen, und in dünne Platten ausgegoſſen, indem man eine Portion auf eine eiſerne Platte gießt, und, ſobald es in Berührung mit dem kalten Eiſen zu erſtarren anfängt, das noch flüſſige Blei ablaufen läßt. Man hat es ſo in ſeiner Gewalt, die Platten von beliebiger Dicke zu gießen, denn je länger man mit dem Abgießen des noch flüſſigen Bleies wartet, um ſo dicker fällt natürlich die Platte aus.

Man hebt dieſe nun, wie ein Blatt Papier von der Eiſenplatte ab, kühlt dieſe in kaltem Waſſer, und fährt mit dem Gießen fort. Ein Arbeiter kann auf dieſe Art mehrere Hundert Platten in einem Tage gießen. Die Dicke derſelben wird in einigen Fabriken zu ungefähr $^1/_{24}$ Zoll, in anderen halb ſo ſtark genommen. Auch die Größe der Platten iſt nicht überall gleich; von Einigen werden ſie ſo groß gegoſſen, daß eine einzige den ganzen inneren Raum eines Kaſtens, wie gleich näher gezeigt werden wird, ausfüllt, während andere Fabrikanten kleinere Platten anwenden, ſo daß vier Platten neben einander in einen Kaſten eingehängt werden können. Die Oberfläche der Platten läßt man abſichtlich in dem rauhen Zuſtand, wie ſie durch den Guß entſtanden iſt, weil dieſe ſo den Eſſigdämpfen eine größere Oberfläche darbieten, und daher ſchneller zerfreſſen werden.

Dieſe Platten werden, um ſie in die Säurekaſten einhängen zu können, durch eine Biegung in der Mitte in eine dachförmige Geſtalt gebracht, um ſo, mittelſt horizontal auf die Ränder der Käſten aufgelegter Stäbe aufgehängt zu werden. Die Kaſten ſelbſt haben eine Länge von $4^1/_2$ bis 5 Fuß, eine Breite von 12 bis 14 Zoll, und eine Tiefe von 9 bis 11 Zoll, ſind aus ſehr ſtarkem Holze angefertigt, die Fugen ſtark verkittet, und beſonders alle Nägel mit Kitt überzogen. Der Boden iſt mit einer, einen Zoll dicken Schichte Pech ausgegoſſen. Den Boden

Digitized by Google

eines jeden Kastens bedeckt man mit einer 2 bis 2½ Zoll hohen Schicht einer Mischung von Essig und Weinlager entweder zu gleichen Theilen, oder wie Andere vorziehen, in dem Verhältniß von 20 Pfund Weinlager auf 8½ Pfund Essig, nebst 1 Pfund (?) kohlensaurem Kali, und hängt nun die Platten über die, der Breite nach auf die Ränder des Kastens aufgelegten Stäbe, so, daß sie weder die Wände des Kastens, noch sich untereinander, noch endlich auch die Flüssigkeit berühren, von welcher letzteren sie jedoch mit ihren unteren Enden nur wenig entfernt bleiben. Die so beschickten Kasten bleiben in der Regel ohne weitere Bedeckung, nur einige Fabrikanten verkleben sie wohl mit Papier. Man beobachtete früher das auch in Holland übliche Verfahren, die Bleiplatten spiralförmig aufzurollen, und so in die Kasten einzusetzen, doch ist man davon später abgegangen.

Die fertig vorgerichteten Kasten kommen in die Wärmekammer, die etwa 9 Fuß hoch, 30 Fuß lang und 24 Fuß breit ist, und bei diesen Dimensionen 90 Kasten aufnehmen kann. Sie ist nur mit einer Thür versehen, überall fest verschlossen und wird gewöhnlich durch mehrere, horizontal über dem Boden fortlaufende Wärmkanäle geheizt. Die zur Bleiweißbildung angemessenste Temperatur ist 30 bis 35° C, und wird nach einem oder mehreren Thermometern, die durch Oeffnungen in der oberen Decke der Kammer herabreichen, regulirt. Nach Verlauf von 15 Tagen ist in der Regel die Operation beendigt. Läßt man während dieser Zeit die Hitze der Kammer zu hoch steigen, so ist die Verdampfung zu lebhaft, es geht eine Menge Essigsäure unnütz verloren, und die Ausbeute an Bleiweiß fällt nur gering aus. Ist dagegen der Prozeß geschickt geleitet worden, so findet man die Bleiplatten auf beiden Seiten mit einer dicken Kruste Bleiweiß überzogen, und dadurch wohl bis zur Dicke eines Viertelzolles angeschwollen, während die Platte selbst stark zerfressen und auf die Dicke eines Kartenblattes reduzirt ist. Das gebildete Bleiweiß wiegt gewöhnlich eben so viel, wie das anfängliche Gewicht der Platte betrug. Nach dem Abklopfen des Bleiweißes wird die rückständige dünne Platte wieder eingeschmolzen; die auf dem Boden der Kästen noch vorräthige Flüssigkeit dagegen kann zu nichts weiter gebraucht werden, als etwa von den Hutmachern zur Walkbeitze.

Es handelt sich nun darum, das gebildete Bleiweiß von dem noch unveränderten metallischen Blei vollständig zu trennen, indem es durch fein eingemengte Bleitheilchen einen unangenehmen Stich ins Graue behalten würde. Diese Trennung wird durch Schlämmen bewirkt. Man klopft zuvörderst das Bleiweiß von den rückständigen Bleiplatten ab, läßt es einige Zeit in Wasser einweichen, wodurch es zum feinsten Pulver zerfällt, und nimmt nun die Schlämmung vor.

Man bedient sich hiezu eines großen hölzernen Schlämmapparates, der aus einer Reihe von 7 bis 9 aneinander gränzender Abtheilungen besteht, deren Zwischenwände von abnehmender Höhe sind, so daß, wenn die erste und höchste mit Flüssigkeit überfüllt wird, diese in die zweite Abtheilung überfließt, von dieser nachher in die dritte Abtheilung gelangt u. s. w. Das von den größten Bleitheilchen vorläufig so viel wie möglich durch Auslesen befreiete und aufgeweichte Bleiweiß kommt in die erste Abtheilung des Schlämmkastens, in welche ein schwacher Strom von reinem Wasser einfließt. Durch langsames Rühren schwemmt man das Bleiweiß in dem Wasser auf, wobei sich das metallische Blei zu Boden setzt, das Bleiweiß aber mit dem Wasser in die zweite Zelle gelangt, in welcher sich die gröberen Theile des Bleiweißes ablegen, die feineren aber in die dritte Abtheilung gelangen u. s. f. Man erreicht mithin außer der Absonderung des metallischen Bleies zugleich noch den Zweck, das Bleiweiß selbst je nach seiner Feinheit in verschiedene Sorten zu bringen, unter welchen die des letzten Kastens die feinste und theuerste ist, und den Namen Silberweiß oder Kremserweiß führt. Man pflegt jedoch nicht die einzelnen Absätze der vielen

Digitized by Google

Zellen als eben so viele einzelne Sorten in den Handel zu bringen, sondern mischt gewöhnlich das in mehreren aufeinander folgenden Zellen abgesetzte Bleiweiß miteinander.

Nach dieser ersten Schlämmung wird dann jede Sorte für sich gewaschen, indem man das Bleiweiß in einem großen Bottig in Wasser aufrührt, dieß einige Male wiederholt, es endlich sich völlig absetzen läßt, und das Wasser abzieht. Es wird nun mit hölzernen Löffeln in Form eines dünnen Breies ausgeschöpft, und auf Trockenhörden getrocknet.

Die feinste Sorte Bleiweiß wird, wie gesagt, gewöhnlich unvermischt als Kremserweiß in den Handel gebracht; die gröberen Sorten dagegen häufig in verschiedenem Verhältniß mit feingemahlenem Schwerspath versetzt, wodurch dann verschiedene Sorten entstehn, die unter den Benennungen: Venetianer-Weiß, Hamburger-Weiß, Holländer-Weiß, im Handel vorkommen; das erstere aus gleichen Theilen, das zweite aus 2 Theilen Schwerspath auf 1 Bleiweiß, das dritte aus 3 Theilen des ersteren gegen 1 des letzteren bestehend. Wenn der Schwerspath völlig rein weiß ist, so ist die Verfalschung des Bleiweißes mit ihm nicht immer so nachtheilig, wie man auf den ersten Blick glauben könnte, ja für gewisse Zwecke bei ordinären Malereien, wird sogar das mit Schwerspath versetzte Bleiweiß vorgezogen, theils weil der Schwerspath die Deckkraft erhöhen soll (?), theils weil ein solches Bleiweiß sich durch schwefelwasserstoffhaltige Ausdünstungen weniger schnell bräunt oder schwärzt, als das reine.

Das Kremserweiß verdankt übrigens seinen großen Ruf keineswegs etwa dem Schwerspathgehalt, da, wie erwähnt, die feinste Sorte ganz ohne Zusatz bleibt, sondern allein der vorzüglichen Reinheit des Villacher Bleies, und der geschickten und sorgfältigen Leitung der Schlämmarbeiten, durch welche man vollständig alle Spuren von metallischem Blei oder Schwefelblei zu beseitigen weiß.

In England ist das folgende Verfahren der Bleiweißfabrikation am meisten gebräuchlich. Man gießt das Blei in Formen in Gestalt netzförmiger Gitter von 15 Zoll Länge und 4 bis 5 Zoll Breite. Mehrere Schichten solcher Bleigitter werden nun über eine Schicht glasirter irdner Töpfe von 5 Zoll im Durchmesser gelegt, die etwas aus Syrup bereiteten Essig enthalten, das Ganze dann mit Stroh bedeckt, hierauf wieder eine Schicht Töpfe mit Bleigittern gestellt und so fort bis zu einer angemessenen Höhe. Den ganzen Stapel bedeckt man mit einer starken Lage von Lohe, die man durch Zusatz einer Portion Lohe von der vorhergehenden Arbeit in Gährung versetzt. Die Töpfe bleiben in dieser Umhüllung der Wärme, die sich bei der langsamen Gährung entwickelt, acht bis neun Wochen lang ausgesetzt, während welcher Zeit sich das Blei, so zu sagen vollständig in Bleiweiß umwandelt, das man nachher in einer eignen Mühle mahlt, und mit vielem reinen Wasser auswäscht.

Die ältere Methode, spiralförmig zusammengewundene Bleiplatten in irdene Töpfe mit etwas Essig einzusetzen, und eine Masse solcher Töpfe mit Pferdemist und kurzem Stroh zu umgeben, ist wenig mehr in Gebrauch, theils, weil die Bleispiralen nur unvollständig und nicht gleichmäßig affizirt werden, theils weil sich bei der Fäulniß des Mistes etwas Schwefelwasserstoff entwickelt, der die Reinheit der weißen Farbe wesentlich beeinträchtigt.

Bei dem so eben beschriebenen englischen Verfahren ist es sehr wesentlich, die Gitter aus so dünnem Blei zu gießen, daß sie sich vollständig in Bleiweiß umwandeln, denn wenn irgend metallisches Blei in ihnen zurückbleibt, so verursacht es bei dem erzielten Produkt einen unangenehmen Stich ins Graue. Eben aus diesem Grunde darf auch die Temperatur wo möglich nicht unter 32° C sinken, denn bei niederer Temperatur widerstehen leicht einzelne Bleitheilchen der Einwirkung der Essigdämpfe, und bleiben im metallischen Zustande. Steigt dagegen die Hitze über 50°, so nimmt das Bleiweiß, wie es scheint durch anderwei-

Digitized by Google

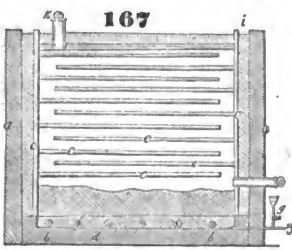
tige Zersetzung des Essigs, und durch Absetzung einer bräunlichen organischen Verbindung, eine gelbliche Farbe an.

Hinsichtlich der Wirkung des Düngers oder der gährenden Lohe hat man die Behauptung aufgestellt, daß sie, abgesehen von der Wärmeentwicklung, besonders durch die, bei der Gährung auftretende Kohlensäure sich wirksam zeigten, doch scheint diese Behauptung ungenau zu sein, weil man auch in ganz verschlossnen, also vor dem Zutritt der äußeren Kohlensäure ganz geschützten Töpfen das schönste Bleiweiß erhält. Sollte sich diese Thatsache auch bei Anwendung von reiner Essigsäure bestätigen, so würde sich der Vorgang bei der Bleiweißbildung nicht anders, als dadurch erklären lassen, daß sich das Blei auf Kosten der Essigsäure oxydirt, und daß auch die Kohlensäure durch Zersetzung von Essigsäure entsteht. Da die Essigsäure aus 4 Atomen Kohlenstoff, 6 Atomen Wasserstoff und 3 Atomen Sauerstoff besteht, so könnte man sich den Prozeß der Bleiweißbildung so vorstellen, daß ein Atom Sauerstoff an ein Atom Blei träte, um Bleioxyd zu bilden; daß ferner die beiden übrigen Atome Sauerstoff sich mit einem Atom Kohlenstoff zu Kohlensäure vereinigten, die sich wieder mit dem Bleioxyd zu Bleiweiß verbinden würde, und daß endlich die noch übrigen 3 Atome Kohlenstoff in Verbindung mit den 6 Atomen Wasserstoff als ölbildendes Gas entwichen.

Auf dem Kontinent ist es ziemlich allgemein gebräuchlich, das Bleiweiß in kegelförmige Brode zu formen, und es erst so in den Handel zu bringen. Dieß geschieht dadurch, daß man das Bleiweiß, so wie es sich nach der letzten Waschung abgesetzt hat, in unglasirte irdene Töpfe von angemessener Form und Größe eindrückt, und darin in eignen Trockenzimmern sehr langsam trocknen läßt. Man nimmt nun die Brode aus den Formen, läßt sie noch vollständiger austrocknen, und schlägt sie in blaues Papier ein, um dadurch die weiße Farbe mehr zu heben. Unter allen Arbeiten bei der Bleiweißfabrikation aber ist keine für die Gesundheit der Arbeiter so nachtheilig, wie dieses Formen. Weder durch Bestreichen der Hände mit Fett, noch durch die dicksten Handschuhe lassen sich die Folgen der giftigen Wirkung des Bleiweißes vermeiden, daher denn auch dieselben Arbeiter das Formen des Bleiweißes nie lange aushalten, sondern bald wieder bei einem anderen Theil der Arbeit angestellt werden müssen.

In England ist der Verkauf des Bleiweißes in Broden gar nicht üblich, sondern es wird in unregelmäßigen Stücken, so wie es durch einfache Trocknung auf Börten gewonnen wird, in den Handel gebracht, wodurch also die Hauptgefahr für die Arbeiter wegfällt.

Im Juni 1826 ist in England ein von Ham erfundener Apparat zur Bleiweißfabrikation patentirt, der in Fig. 167 im Durchschnitt dargestellt ist. Er besteht in einer gemauerten Säurekammer a a, deren unterer Boden b mit Zement gemauert und verputzt ist. In einiger Entfernung von den Seitenmauern befinden sich die Seitenplatten c c, die solchergestalt einen leeren Raum zwischen sich und der Mauer einschließen, der mit ausgelaugter Gerberlohe angefüllt wird. Auch der untere Raum der Kammer wird bis zu einer gewissen Höhe mit Lohe angefüllt. In dem übrigen Raum der Kammer werden nun die Bleiplatten, zweckmäßig durch hölzerne Klötze oder auf andere Art unterstützt, so eingelegt, daß, wie sich aus der Figur ergibt, ein einziger langer Kanal zwischen ihnen frei bleibt, durch welchen die Essigdämpfe ihren Weg nehmen müssen. Ueber der letzten



Digitized by Google

Platte wird ein hölzerner Deckel eingelegt und mit Lohe bedeckt. In der Nähe des unteren Bodens treten mehrere Röhren in die Kammer, welche mit einem Dampfkessel in Kommunikation stehn, und zum Einleiten von Dampf in den Apparat dienen. Die mit einem Hahn versehene Röhre g dient zum Einbringen von Essig, während der Hahn h zum Ablassen der Flüssigkeit aus der Kammer bestimmt ist. Hat man also den Apparat mit den nöthigen Bleiplatten beschickt, so läßt man eine Portion Essig in ihn ein, und öffnet die Dampfröhren. Der Dampf dringt nun in die mit Essig befeuchtete Lohe, wodurch sich denn alsbald ein Strom von warmen, Essigsäure haltenden Dämpfen langsam zwischen den Bleiplatten fortbewegt, und diese in Bleiweiß umwandelt. Eine in der oberen Decke der Kammer befindliche Oeffnung k und eine ähnliche im unteren Theile des Apparates, nahe über der Oberfläche der Lohe, dienen zum Einbringen eines Thermometers, um die Temperatur zu reguliren, die nach dem Pateutträger nicht über 170° F. = 77° C steigen darf. Sehr wesentlich hängt der gute Fortgang des Prozesses von dem angemessenen Konzentrationsgrade des durch den eingeleiteten Dampf sich stets verdünnenden Essigs ab, daher es nöthig ist, von Zeit zu Zeit eine Probe der sauren Flüssigkeit zu nehmen und zu kosten, um danach den Zusatz von frischer Säure zu ermessen.

Ob und in wie weit sich dieser Apparat beim Gebrauch im Großen bewährt habe, ist nicht bekannt geworden; nur das läßt sich mit Bestimmtheit behaupten, daß die vorgeschriebene Temperatur von nahe 70° C viel zu hoch ist.

Eine von der älteren im Vorhergehenden beschriebenen Methode wesentlich abweichende Verfahrungsart, die in neuerer Zeit vielfach in Aufnahme gekommen ist, wurde zuerst von Thenard angegeben, besonders aber von Brechoz und Lesueur ausgebildet, die im Jahre 1809 eine Prämie dafür erhielten. Roard und Brechoz legten dann die große Bleiweißfabrik in Clichy an, die nach diesem Prinzip arbeitete, und sich bald zu einer bedeutenden Ausdehnung erweiterte.

Man bereitet nach dieser Methode zuvörderst eine Auflösung von basisch essigsaurem Blei, indem man entweder Essig, oder auch neutrales essigsaures Blei durch kalte Digestion über Bleiglätte und häufiges Rühren mit Bleioxyd sättigt. Das so entstehende basische Salz ist dreifach essigsaures Bleioxyd, d. h., enthält dreimal soviel Oxyd wie das neutrale Salz, hat aber die Eigenschaft durch hinzugeleitete Kohlensäure unter Bildung von kohlensaurem Blei in den Zustand von neutralem essigsaurem Blei zurückzukehren; dieses letztere kann nun wieder durch Digestion mit einer neuen Portion Glätte in basisches Salz umgewandelt, dann wieder durch Kohlensäure zersetzt werden, und so fort, wobei also, abgesehen von unvermeidlichen kleinen Verlusten, dieselbe Portion Essigsäure viele Male zu derselben Arbeit dient.

Man nimmt zu diesem Prozeß häufig gereinigte Holzsäure, von welcher sich etwa 112 Pfund mit 100 Pfund Bleioxyd zu neutralem essigsaurem Bleioxyd verbinden. Gesetzt also, man habe diese Menge Säure angewandt, so würden sich darin durch Digestion 300 Pfund Glätte auflösen lassen. Durch Behandlung dieser Lösung mit Kohlensäure würden nun 200 Pfund Bleioxyd als Bleiweiß gefällt werden, während 100 Pfund mit der Säure zu neutralem Salze verbunden zurückbleiben würden. In dieser Flüssigkeit könnte man nun wieder 200 Pfund Glätte auflösen u. s. f., die Kohlensäure kann auf verschiedene Art am wohlfeilsten, wenn nicht etwa natürliche Quellen von kohlensaurem Gase benutzt werden können, wie dieß allerdings an einigen Orten geschieht, durch Verbrennen von Holzkohlen oder Kokes dargestellt werden, wie dieß in Clichy der Fall ist, nur daß die auf solche Weise erhaltene Kohlensäure der beigemengten Rußtheilchen wegen einer sorgfältigen Reinigung bedarf, die am sichersten dadurch bewerkstelligt wird, daß man sie durch eine Lösung von neutralem essigsauren Blei-

Digitized by Google

oryd streichen läßt, wodurch jede Spur von etwa beigemengtem Schwefelwasserstoff beseitigt wird, und dann in einem Gasometer auffängt, um sie erst von hieraus in die verdünnte Lösung des basischen Salzes eintreten zu lassen.

Hat sich nach anhaltendem Durchleiten der Kohlensäure durch die Flüssigkeit der Niederschlag vollständig gebildet, so läßt man ihn sich absetzen, und zieht die überstehende klare Flüssigkeit ab, um sie zu einer neuen Operation zu verwenden. Den Bodensatz von Bleiweiß wäscht man ein- bis zweimal mit wenigem Wasser aus, und setzt die Waschwasser der übrigen Lösung zu, worauf man dann das Bleiweiß vollständig auswäscht. —

Das nach dieser Methode dargestellte Bleiweiß ist von ausgezeichneter Weiße, steht jedoch dem nach der älteren Manier bereiteten in seiner Deckkraft wesentlich nach. Hinsichtlich dieses Umstandes ist mehrfach die Behauptung aufgestellt, daß zwischen den nach der älteren und der neueren Methode erhaltenen Bleiweißsorten ein wesentlich chemischer Unterschied Statt finde, daß nämlich jenes basisch kohlensaures, dieses dagegen neutrales kohlensaures Bleioxyd sei.

Nach Ures Untersuchungen soll dieser Unterschied gar nicht existiren, vielmehr sind beide Sorten neutrales Salz, und von ein und derselben Zusammensetzung. Der allerdings vorhandene Unterschied in der Deckkraft beider Sorten hat sich durch mikroskopische Beobachtungen Ures ganz genügend erklärt. Das durch Fällung mittelst Kohlensäure dargestellte Bleiweiß nämlich zeigt sich unter dem Mikroskope als aus kleinen durchsichtigen Krystallen bestehend, während das, aus metallischem Blei und Essigdämpfen gewonnene, selbst in den feinsten Theilchen, die auch kein krystallinisches Gefüge zeigen, völlig undurchsichtig ist. Der Grund dieses Unterschiedes liegt ohne Zweifel darin, daß in dem einen Falle das Bleioxyd im flüssigen, im anderen dagegen im festen Zustande mit der Kohlensäure zusammentritt, in diesem Fall also auch nicht die zur Ausbildung regelmäßiger Krystalle erforderliche Beweglichkeit der Atome besitzt. Es findet zwischen beiden in Rede stehenden Bleiweißsorten ungefähr derselbe Unterschied Statt, wie zwischen Kalkspath und Kreide.

Zur Bestätigung dieser Beobachtung und Theorie Ures dient ein neuerdings erfundenes Verfahren der Bleiweißfabrikation, welches sich von dem Thenard'schen Verfahren nur dadurch unterscheidet, daß man das kohlensaure Blei sich nicht in einer verdünnten Auflösung von basisch essigsaurem Blei niederschlagen, sondern in einer nur wenig feuchten, aus pulverisirter Bleiglätte und sehr wenig essigsaurem Blei bestehenden Mischung durch zugeleitete Kohlensäure bilden läßt. Dieß solchergestalt fast auf trocknem Wege dargestellte Bleiweiß soll dem nach dem älteren Verfahren bereiteten an Deckkraft nicht nachstehn.

Auf dieses Verfahren haben erst kürzlich Gossage und Benson ein Patent erhalten, und eine große Fabrik in der Nähe von Birmingham darauf gegründet. Sie bereiten nämlich eine innige Mischung von schwach angefeuchteter Bleiglätte und einer geringen Menge Bleizuckerlösung, bringen sie in einen langen steinernen Trog, und leiten unter beständigem starken Durcharbeiten der Masse mittelst einer eignen Maschinerie, einen Strom von heißem kohlensauren Gase darüber. Die Masse wird nachher feingemahlen, und wie gewöhnlich ausgewaschen und getrocknet. Die Kohlensäure wird durch Verbrennen von Kokes erzeugt. Wochentlich sollen in dieser Fabrik etwa 800 Zentner vortreffliches Bleiweiß produzirt werden.

Etwas früher schon erhielten Button und Dyer ein Patent auf ein neues Verfahren, Bleiweiß zu erzeugen, das darin besteht, einen Strom wohl gereinigtes kohlensaures Gas, durch Verbrennung von Kokes erhalten, durch eine Auflösung von salpetersaurem Blei hindurch zu leiten, in welcher Bleiglätte aufgeschwemmt ist, und die durch eingeleiteten

Digitized by Google

Dampf in beständiger lebhafter Bewegung und dabei siedend heiß gehalten wird. Hiebei findet ganz derselbe Prozeß statt, wie bei dem Thenard'schen Verfahren, nur mit dem Unterschiede, daß hier Salpetersäure, dort Essigsäure genommen wird, und daß die Auflösung von Glätte, und die Niederschlagung von Bleiweiß zu gleicher Zeit und in derselben Flüssigkeit vor sich gehe. —

Auf ein ganz anderes Verfahren ist im Dezember 1833 ein Patent an John Baptiste Constantin Tovassa ertheilt. Er verwandelt nämlich granulirtes metallisches Blei durch anhaltendes Schütteln mit Wasser in ein höchst feines Pulver, und setzt diese Mischung von Bleistaub und Wasser der Luft aus, wo dann das Blei sich allmählig oxydirt, und Kohlensäure anzieht. Dieß Patent soll von einer Aktiengesellschaft angekauft und in Chelsea ein bedeutendes Fabrikunternehmen darauf gegründet, jedoch mit einem Verluste von nahe an 100000 Lstr. wieder eingegangen sein. Schon mehrere Jahre früher ist diese langwierige und mühsame Prozedur in Deutschland versucht, aber wieder aufgegeben.

Nach Ures Ansicht stehn alle diese neueren Methoden der Bleiweißfabrikation hinsichtlich der Oekonomie und der Qualität des Produktes hinter dem älteren Verfahren, nach welchem man mit geringer Mühe und Kosten in Zeit von 12 Tagen das rohe Blei in das schönste Bleiweiß verwandelt, zurück.

Das Bleiweiß besteht in 100 Theilen aus 83,43 Bleioxyd gegen 16,57 Kohlensäure. —

Bleizucker. (Sugar of lead, acetate de plomb) ist neutrales essigsaures Bleioxyd. Die Darstellung dieses Salzes ist durchaus nicht schwierig, und kommt ganz einfach darauf hinaus, Essigsäure mit Bleioxyd, gewöhnlich Bleiglätte, bis zur Neutralisation zu sättigen, und die erhaltene Auflösung krystallisiren zu lassen. Die hiezu dienende Essigsäure anlangend, so ist zwar jeder Essig brauchbar, indessen keineswegs mit gleichem Vortheil; je reiner und stärker der Essig um so besser. In den gewöhnlicheren Essigsorten, z. B. dem Bier- und Fruchtessig, sind außer der Essigsäure noch mehrere fremdartige Stoffe, als Extraktivstoff, Gummi, Aepfelsäure, u. a. enthalten, deren Gegenwart nicht nur im Allgemeinen die Reinheit des Bleizuckers beeinträchtigen, sondern auch der Krystallisation desselben hinderlich sein muß. Dazu kommt, daß diese gewöhnlicheren Essigsorten sehr schwach zu sein pflegen, mithin beim Abdampfen sehr viel Zeit und Brennmaterial erfordern. Aus diesen Gründen verdient der gereinigte Holzessig und nächst ihm der aus reinem Branntwein nach der Methode der Schnellessigfabrikation dargestellte Essig den Vorzug.

Man gibt die Säure in eine blerne oder kupferne Pfanne (in diesem letzteren Fall ist es nöthig, um die Auflösung von Kupfer zu verhindern, und etwa aufgelöstes Kupfer niederzuschlagen, einige nicht zu kleine Bleiplatten auf den Boden des Kessels zu legen, oder besser anzulöthen, welche das Kupfer durch Berührung negativ elektrisch machen, mithin seiner Auflösung entgegenwirken), erwärmt sie mäßig und sättigt sie mit Bleiglätte, die man langsam einträgt, und nicht eher eine frische Portion zugibt, als bis sich die vorhergehende aufgelöst hat. Mit diesem Eintragen von Bleioxyd fährt man so lange fort, bis die Lösung nur noch schwach sauer reagirt, worauf man sie abklären läßt, von dem geringen Bodensatze abzieht, den Kessel reinigt, die Flüssigkeit in ihn zurückgibt, bis zu einem spez. Gewicht von 1,267 eindampft, ihr wohl noch etwas Essig zusetzt, um eine deutlich sauere Reaktion zu bewirken, sie erforderlichen Falles, zumal wenn sie stark gefärbt sein sollte, durch ein Kohlenfiltrum laufen läßt, und nun zum Krystallisiren hinstellt. Nach beendigter Krystallisation zieht man die Mutterlauge ab, um sie gelegentlich weiter einzudampfen und krystallisiren zu lassen. Die angeschossenen

Digitized by Google

Krystalle werden entweder unmittelbar bei mäßiger Wärme getrocknet, oder vorher noch einmal umkrystallisirt.

Der Bleizucker erscheint in klaren farblosen, theils dünnen nadelförmigen, theils größeren prismatischen Krystallen; spez. Gew. = 2,575. Er ist sehr leicht löslich, und bedarf bei 40° nur 1 Theil Wasser zu seiner Lösung. Auch vom Weingeist wird er aufgenommen. Der Geschmack ist süß, dabei etwas zusammenziehend und metallisch. In warmer trockener Luft zerfällt er unter Verlust des Krystallisationswassers zu einem weißen Pulver. Innerlich genossen wirkt er so wie alle löslichen Bleiverbindungen giftig.

Er besteht in 100 Theilen aus:

Essigsäure	27,08
Bleioxyd	58,71
Wasser	14,21
	100,00

Der Bleizucker findet besonders in der Kattundruckerei eine sehr ausgedehnte Anwendung, indem er zur Anfertigung der essigsauren Thonbeize dient, die durch gegenseitige Zersetzung von essigsaurem Blei und schwefelsaurer Thonerde (Alaun) bereitet wird. Er wird ferner zur Fabrikation von Chromgelb, zur Darstellung konzentrirter Essigsäure, bei der Firnißbereitung und zu manchen anderen Zwecken gebraucht.

Außer der neutralen Verbindung geht die Essigsäure mit dem Bleioxyd noch zwei verschiedene basische Verbindungen ein, deren eine drei, die andere sechs Atome Basis auf ein Atom Säure enthält. Die erstere derselben, das Dritteless igsaure Bleioxyd ist die schon lange unter dem Namen Extractum Saturni, oder (mit etwas Weingeist vermischt) unter dem Namen „Goulardsches Wasser" bekannte Flüssigkeit. Es entsteht, wenn man eine Auflösung von Bleizucker mit Bleioxyd (Bleiglätte) digerirt, wobei sich dieses, vorausgesetzt, daß es gerade in der entsprechenden Menge vorhanden war, auflöst. Die Auflösung liefert beim Abdampfen keine deutlichen Krystalle, sondern trocknet zu einer firnißartigen Masse ein, die sich in 30 Theilen Wasser wieder auflöst, in Alkohol dagegen unauflöslich ist. Es reagirt deutlich alkalisch, und zieht Kohlensäure begierig an, wobei sich zwei Atome kohlensaures Blei, nebst einem Atom Bleizucker bilden.

Von der Benutzung dieses basischen Salzes in der Bleiweißfabrikation ist in dem Artikel Bleiweiß das Nähere nachzusehen; anderweitige Anwendungen findet es zur Darstellung von Chromorange, und in der Chirurgie als äußeres Heilmittel.

Das sechstel essigsaure Blei, mit 6 Atomen Basis, entsteht beim Vermischen des vorhergehenden Salzes mit einem Ueberschuß von Ammoniak in Form eines weißen pulverförmigen Niederschlags, der fast unauflöslich in Wasser ist. Es findet keine Anwendung irgend einer Art. —

Blende. (Blende.) Natürliches Schwefelzink. Von röthlich brauner, schwarzer, rother, grünlicher und gelber Farbe und schwachem Demantglanz; durchscheinend oder undurchsichtig und von blättrigem Gefüge. Spez. Gew. = 3, 7 bis 4, 2. Sie besteht fast nie aus reinem Schwefelzink, sondern enthält fast jederzeit andere Schwefelmetalle, besonders Schwefeleisen, Schwefelkupfer u. a. 100 Theile reines Schwefelzink bestehn aus 66, 71 Zink gegen 33, 29 Schwefel.

Die Anwendung der Zinkblende ist ziemlich beschränkt. Zwar wird sie hie und da zur Zinkgewinnung benutzt; da jedoch das Rösten sehr langsam und schwierig von Statten geht, so kann bei den so niedrigen Zinkpreisen, nur unter besonderen Umständen die Darstellung von Zink aus Zinkblende mit Vortheil betrieben werden. —

Blicken. (Fulguration). Unter dem Blicken des Silbers oder Goldes versteht man eine bei der Treibarbeit und beim Kupelliren dieser

Digitized by Google

Metalle eintretende Erscheinung, die darin besteht, daß, wenn sich die letzten Antheile Blei und Kupfer oxydirt, und so von dem Metalle geschieden haben, ein kurzes, vorübergehendes, vermehrtes Leuchten auf der Oberfläche des geschmolzenen Metalles wahrgenommen wird, welches man eben den Blick nennt, und als ein Zeichen der Beendigung des Prozesses ansieht. —

Blumen. (künstliche.) Die Verfertigung von künstlichen Blumen bildet gegenwärtig bereits eine Art Industriezweig, und erstreckt sich auf die Nachahmung jedweder Pflanzentheile, als Blätter, Früchte, und selbst ganzer Pflanzen. In Italien scheint diese Kunst am frühesten kultivirt und vervollkommnet zu sein, doch blühet sie gegenwärtig besonders in Frankreich.

Das älteste Verfahren bestand wohl darin, künstlich zusammengelegte farbige Bänder an einen Draht anzubinden, und so Blumen nachzubilden. Später wandte man statt der Bänder Federn an, die ein weit zarteres Ansehen darbieten und sich überhaupt besser zum Nachbilden von Blumenblättern eignen. Die Hauptschwierigkeit lag nur darin, sie in den lebhaften und reinen Farben darzustellen, die die Natur fast in jeder Blume entfaltet. Die wilden Völker in Südamerika machen noch jetzt sehr hübsche Federblumen aus den buntfarbigen Federn ihrer Vögel, die zum Theil der Natur sehr getreu nachgebildet sind, und, da die Farben der Vogelfedern wenig dem Ausbleichen unterliegen, sich sehr lange in unveränderter Schönheit erhalten.

Die Italiener machen Blumen aus den Kokons der Seidenraupen, die sehr lebhafte Farben annehmen, und dabei ein gewisses durchscheinendes, sammetartiges Ansehen besitzen, das nicht wenig zur Täuschung beiträgt. Die Pariser Blumenmacher nehmen in der Regel zu den Blumenblättern den feinsten Kambrik, zu den grünen Blättern dagegen Florentiner Taft. Bernardiére wendet auch ganz feine Blättchen von Fischbein zu künstlichen Blumen an, indem er es bleicht, und dann färbt.

Blut. (Blood, Sang.) Die in den Arterien und Venen der Thiere zirkulirende Flüssigkeit, welche, bei allen warmblütigen Thieren, von zweierlei Art vorkommt. Das Blut der Arterien, d. h. derjenigen Adern, die es vom Herzen aufnehmen, um es durch den Körper zu vertheilen, ist hellroth, das Blut der Venen dagegen, in denen es zum Herzen zurückkehrt, purpurfarbig.

Das Blut, so wie es in den Adern zirkulirt, ist eine klare, fast farblose Flüssigkeit, in welcher sehr kleine rothe Körperchen, die Blutkügelchen, aufgeschwemmt sind, und so dem Ganzen das Ansehen einer rothen Flüssigkeit ertheilen. Das Spez. Gew. ist = 1,0527 bis 1,0570 bei 16° C. Es hat einen salzigen, etwas widerlichen Geschmack, und einen eigenthümlichen, bei verschiedenen Thieren verschiedenen Geruch.

Es ist, so lange es in den Adern zirkulirt, ganz flüssig, geht aber kurz nachdem es aus der Ader geflossen ist, in einen dicken koagulirten Zustand über. Läßt man diese geronnene Masse eine Zeit lang stehn, so sondert sie sich in zwei Theile, den einen, der sich in Form einer rothen, dick gallertartigen Masse zu Boden setzt und den man Blutkuchen cruor, crassamentum sanguinis, genannt hat, und einen anderen Theil, der in Form einer klaren gelblichen Flüssigkeit den Blutkuchen bedeckt, das serum (Blutwasser). Wenn das warme Blut, so wie es aus der Ader kommt, mit einem Stäbchen oder einem Reisbesen stark gerührt oder geschlagen wird, so gerinnt der in dem Blute enthaltene Faserstoff in Form langer Fasern, die sich an das Stäbchen ansetzen, wobei das Blut sein Ansehen durchaus nicht ändert, indessen insofern eine wesentliche Aenderung erleidet, als es beim Stehen nicht mehr gerinnt. Der Faserstoff des Blutes nämlich befindet sich, so lange dasselbe im lebenden Körper zirkulirt, in Auflösung, geht jedoch, sobald das Blut den Körper verläßt, aus einer noch unbekannten Ursache in den festen Zustand über.

Digitized by Google

Läßt man das Blut hiebei völlig in Ruhe, so bewirkt der gerinnende Faserstoff in Verbindung mit den Blutkügelchen die Entstehung des Blutkuchens; wird dagegen das Blut stark gerührt, so bleiben die Blutkügelchen in dem Serum suspendirt, und allein der Faserstoff scheidet sich in der erwähnten Gestalt aus.

Der Blutkuchen besteht im Wesentlichen aus Faserstoff und Farbstoff; Berzelius fand in 100 Theilen desselben 35 Theile Faserstoff, 58 Farbstoff, 1, 3 kohlensaures Natron, 4 Theile eines im Wasser löslichen animalischen Stoffes, nebst einigen Salzen und etwas Fett. Das Serum ist eine ziemlich konzentrirte Lösung von Eiweißstoff und hat ein spez. Gew. von 1,027 bis 1,029; es bildet fast $\frac{2}{3}$ von dem Gewichte des Blutes, reagirt alkalisch, koagulirt bei 75° C. und enthält durchschnittlich 8 Prozent Eiweißstoff, außerdem Fett, Kali, Natron und verschiedene Salze dieser Basen.

Es scheint, als wenn im Blute keine Gallerte enthalten ist. Den rohen Farbstoff des Blutes hat man in neuerer Zeit Hämatin genannt.

Die Hauptanwendung des Blutes ist die zum Klären des Zuckersyrups, wozu vordem auch in England große Quantitäten von Blut verbraucht wurden; gegenwärtig jedoch wird in England meistens ohne Blut raffinirt. Man kann Blut bei einer Temperatur von 55 bis 60° unbeschadet seiner Auflöslichkeit im Wasser eintrocknen, wo es dann, ohne zu faulen, aufbewahrt und transportirt werden kann. Man hat sich dieses Auskunftsmittels bedient, um die Kolonien mit dem nöthigen Blut zum Klären des Zuckerrohrsaftes zu versehen. Blut geht ferner in die Zusammensetzung mehrerer Kitte ein; es dient mit Kalk zur Anfertigung einer ordinären Anstrichfarbe, dann zur Darstellung des Berlinerblaues und der Blutlaugenkohle. Endlich wird es auch von einigen Türkischroth-Färbern angewandt. Es liefert einen ungemein wirksamen Dünger. —

Blutlaugensalz. s. Berlinerblau.

Bobbinnet oder englischer Tüll (bobbin-net lace, tulle anglais). — Das Spitzenklöppeln, welches ehemals einer großen Menge Frauenspersonen eine häusliche Beschäftigung gab, ist nach und nach beinahe gänzlich verdrängt worden, seit die Fabrikation des Bobbinnet außerordentlich vervollkommnet wurde. Man verfertigte diesen Stoff anfangs auf Handmaschinen, gleich wie die Strümpfe auf Strumpfwirkerstühlen gearbeitet werden; aber neuerlich hat man die Bobbinnetmaschinen fast allgemein zum Betriebe durch Wasser- oder Dampfkraft eingerichtet.

Das zarte und zierliche Gewebe, welches unter dem Namen Bobbinnet oder englischer Tüll vorkommt, besitzt alle Festigkeit und Regelmäßigkeit des geklöppelten Spitzengrundes, übertrifft aber in diesen Eigenschaften gar sehr den Petinet, welcher mit oder ohne Kette auf Strumpfstühlen verfertigt wurde, und gewissermaßen den Weg zur Erfindung des Bobbinnet gebahnt hat. Man kann von der Bobbinnetfabrikation sagen, daß sie hinsichtlich der kunstvollen und scharfsinnigen Einrichtung ihrer Maschinerien jeden anderen Zweig menschlicher Industrie hinter sich läßt; eine von Fisher's Maschinen zu gemustertem Bobbinnet steht in Vielfältigkeit der mechanischen Erfindung eben so weit über dem künstlichsten Chronometer, als dieses über einem gemeinen Bratenwender*).

Die Fäden, woraus der Bobbinnet besteht, bilden durch ihre Verschlingung regelmäßige sechseckige Löcher oder Maschen, von welchen

*) Wir halten zwar den Enthusiasmus des Dr. Ure in Ansehung der Bobbinnet-Maschinen für völlig begründet, meinen aber doch, daß die Bedingungen bei Ausführung solcher Maschinen und jene bei Ausführung eines Chronometers zu verschiedenartig seien, um mit Fug beide Gegenstände in der Weise neben einander zu stellen, wie es hier geschehen ist. Anm. der Bearb.

Digitized by Google

zwei einander gegenüber stehende Seiten, nämlich die obere und untere in der Richtung der Breite des Stückes, also rechtwinklich gegen die Leisten oder Kanten desselben, laufen. Fig. 168, welche eine vergrößerte

168

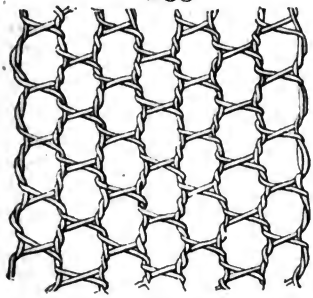
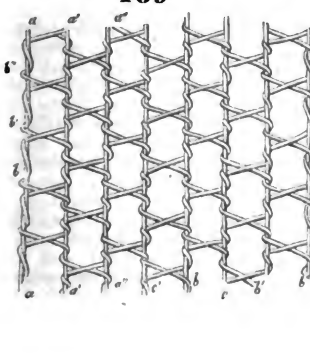


Abbildung des Gewebes ist, macht diesen Umstand anschaulich und zeigt zugleich, daß der Bobbinnet durch die Vereinigung dreier Systeme oder Abtheilungen von Fäden gebildet wird.

Die Fäden der ersten Abtheilung laufen in geschlängelten Linien von oben nach unten, d. h. in der Längenrichtung des Stückes; jene der zweiten Abtheilung gehen schräg von der Linken gegen die Rechte, jene der dritten Abtheilung schräg von der Rechten gegen die Linke. Die beiden Abtheilungen schräg laufender Fäden umschlingen die Längenfäden und kreuzen sich mit einander in den Zwischenräumen zwischen je zwei der letzteren, wie man dieß Alles aus der Abbildung deutlich entnehmen kann. Um den Bobbinnet mit einem gewöhnlichen Gewebe zu vergleichen, so ist zu sagen, daß die Längenfäden das bilden, was man die Kette nennt, wogegen die schräg gehenden Fäden als der Eintrag anzusehen sind.

Die Kettenfäden sind in der Bobbinnet-Maschine senkrecht in einer Ebene neben einander zwischen zwei horizontalen Walzen oder Bäumen aufgespannt, jedoch so, daß nur ein geringer Theil ihrer Länge wirklich aufgespannt ist, und das Uebrige auf einem der beiden Bäume (dem obern oder untern) aufgewickelt sich befindet. In dem Maße wie das Weben fortschreitet, rollt der andere Baum den erzeugten Stoff um sich auf, indeß der Kettenbaum die Kette allmälig von sich läßt; wonach die Bildung der Maschen stets an derselben Stelle — in einer quer über die Kette laufenden Linie Statt findet. Es geht aus dem Gesagten hervor, daß die Kettenfäden, welche ursprünglich gerade sind, ihre schlangenartige oder wellenförmige Krümmung erst durch das Weben empfangen. Dieses geschieht durch die Anspannung der nach entgegengesetzten Seiten schräg laufenden Eintragfäden, welche jeden einzelnen Kettenfaden, indem sie ihn umschlingen, abwechselnd ein wenig rechts und ein wenig links ziehen. Wären die Kettenfäden völlig straff und unbiegsam, mithin unfähig, die in Rede stehende Krümmung anzunehmen, so würde das Gewebe die Beschaffenheit erhalten, welche Fig. 169 darstellt. Hier sind

169



aa, a′a′, a″a″, u. s. w. die Kettenfäden. Die eine Hälfte der Eintragfäden geht in der Richtung b b, b′ b′, b″ b″; die andere Hälfte in der Richtung c c, c′ c′. Man bemerkt aber, daß jeder Eintragfaden, nachdem er auf seinem schrägen Laufe den letzten oder äußersten Faden der Kette erreicht hat, diesen zwei Mal umschlingt, und sodann in entgegengesetzter schräger Richtung zurückkehrt bis an den letzten Kettenfaden der andern Seite, wo er wieder umkehrt. In der That macht also jeder Eintragfaden ein Zickzack, dessen Winkel in den

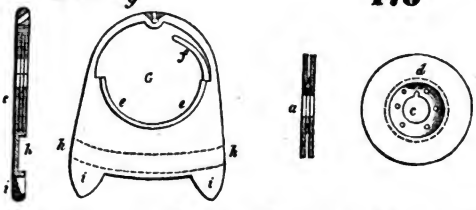
Digitized by Google

Leisten oder Kanten des Stückes liegen; und die Abtheilung des Einschusses, welche jetzt die links laufende ist, wird nachher die rechts laufende, und umgekehrt.

Das gewöhnliche Material zum Bobbinnet ist zweifädig gezwirntes Baumwollgarn von Nro. 180 bis 250; zuweilen ist auch stark gedrehtes einfaches Garn von gröberen Nummern angewendet worden, wiewohl nicht zum Vortheil der Schönheit und Güte des Stoffes. Die Anzahl der Kettenfäden in 1 Yard Breite beträgt von 648 bis 1008 (18 bis 28 auf 1 englischen Zoll, wenn das Gewebe noch auf der Maschine ist; denn durch die bei der Appretur Statt findende Ausspannung tritt hierin mehr oder weniger Veränderung ein). Die Breite der Bobbinnet-Stücke ist sehr verschieden, und steigt von 12 bis zu 20 Viertel, d. h. 3 bis 5 Yard. Die schmalen, oft nicht über ¼ Zoll breiten Besatz-Streifen (Entoilages) werden nicht einzeln sondern ebenfalls in breiten Stücken vereinigt gewebt, und nachher — durch Ausziehung eines geschlängelten Kettenfadens, der sie auf der Maschine zusammengehalten hat, auseinander getrennt.

Der Umfang und die Bestimmung des gegenwärtigen Werkes gestatten nicht, die Einrichtung der Bobbinnet-Maschinen vollständig zu beschreiben, wozu eine große Menge Zeichnungen und eine lange Erklärung nothwendig sein würde. Folgendes wird jedoch einen allgemeinen Begriff zu geben im Stande sein.

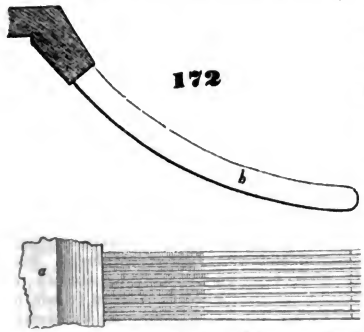
Die Eintragfäden werden mittelst raschen Durchziehens durch eine Gasflamme (wozu eine besondere Maschine dient) abgesengt, um ihnen alle Härchen zu benehmen und sie gehörig glatt zu machen. Dann werden sie auf sehr schmale, von Messingblech verfertigte Spulen gewickelt, deren jede in die kreisrunde Oeffnung einer eisernen oder messingenen Platte, eines so genannten Schlittens (carriage) eingesetzt wird. Fig. 170 stellt eine Spule in zwei Ansichten vor; Fig. 171 den dazu gehörigen



Schlitten. Die sehr geringe Dicke der Spulen ist nöthig, weil dieselben sammt den Schlitten durch die engen Räume zwischen den in der Maschine aufgespannten Kettenfäden durchgeschoben werden müssen; daher ist der Umkreis der Spule, um eine genügende Fadenlänge aufnehmen zu können, sehr tief ausgefurcht, wie man aus dem Profile bei a in Fig. 171 ersieht. Die Spule besteht aus zwei dünnen Messingblechscheiben, von etwa 1¼ Zoll Durchmesser, welche in der Mitte eine seichte schlüsselartige Vertiefung haben, mit den erhabenen Rückseiten an einander gelegt und zusammengenietet werden, wonach das Ganze etwa die Gestalt hat, wie zwei kleine, mit den Böden an einander gelegte Teller. Der ringförmige Raum zwischen den Rändern der zwei Scheiben dient zur Aufnahme des Fadens; seine innere Grenze ist in Fig. 170 durch die punktirte Kreislinie d angedeutet. Das runde Loch c im Mittelpunkte, von welchem eine kleine Einkerbung ausgeht, dient dazu, daß man eine große Anzahl Spulen neben einander auf eine Achse stecken kann, um sie damit in die Spulmaschine zu legen, mittelst welcher die Fäden aufgewickelt werden. Jene Achse hat eine, nach ihrer

Digitized by Google

Länge hingehende, vorspringende Leiste, auf welche die Kerbe in dem Loche einer jeden Spule paßt, und so erreicht man, daß die Spulen sich mit der Achse umdrehen müssen. Die Spule wird in die Oeffnung G des Schlittens (Fig. 171) eingesetzt, deren halber Umkreis e e in die Furche am Rande der Spule eingreift, so daß der Spule eine Drehung um ihren Mittelpunkt erlaubt ist, während die Feder f, auf einen entgegengesetzten Punkt des Spulenumkreises drückend, nicht nur die Spule herauszufallen hindert, sondern auch deren Drehung in einigem Grade erschwert, damit sie den beim Weben angezogenen Faden nicht zu leicht hergibt, und letzterer stets gleichmäßig angespannt bleibt. Die bogenförmige Furche h h auf der einen Fläche des Schlittens dient, um den Schlitten zwischen zwei der eben so gekrümmten Zähne eines Rechens oder Kammes einzuschieben, so daß er nicht durchfällt, aber der Länge dieser Zähne nach verschiebbar bleibt. Ein Theil dieses Kammes in Fig. 172 bei a im Grundrisse und bei b im senkrechten Durchschnitte (nach der Richtung der Zähne) abgebildet. Wenn man sich zwei solche mit Spulenschlitten besetzte Kämme einander gegenüber so angebracht denkt, daß die Krümmung ihrer Zähne in die nämliche Kreislinie fällt, die Enden derselben einander zugekehrt sind, aber ein wenig von einander entfernt, damit die Kettenfäden in einer vertikalen Ebene ausgespannt dazwischen Platz haben: so gibt dieses einen Begriff von der Haupt-Anordnung einer Bobbinnetmaschine. Bei der geringen Entfernung zwischen den Zahn-Enden der beiden Kämme lassen sich die Spulenschlitten von dem einen Kamme auf den andern hinüberschieben, da sie den ersten nicht eher ganz verlassen, als wenn sie schon größtentheils zwischen die Zähne des zweiten eingetreten sind. Hierbei gehen die Schlitten durch die schmalen Räume zwischen den Kettenfäden, und ziehen die Eintragfäden von den Spulen nach sich.

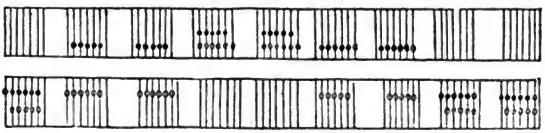


Einer der Kämme macht in gewissen Zeitpunkten des Webens, nachdem die Schlitten in die Zwischenräume seiner Zähne hineingestoßen sind, eine kleine schiebende Bewegung in der Richtung seiner Länge, d. h. quer gegen die Kettenfäden und quer gegen die Lage der Zähne. Die Größe dieser Schiebung ist gleich einem Zahn-Abstande; so daß jeder Schlitten des verschobenen Kammes nach der Verschiebung dem nächstfolgenden Zahn-Zwischenraume des anderen Kammes gegenübersteht. Hierdurch kommt es, daß, wenn nachher die Schlitten wieder auf den festliegenden Kamm zurückkehren, dieß nicht mehr auf den alten Platz geschieht, sondern sie sämmtlich, in Bezug auf dessen Zähne, um einen Zahn weitergerückt sind. Vermöge einer zweckmäßigen Anwendung dieses Mittels erhalten beide Schlittenreihen eine schrittweise fortrückende Bewegung, die eine Reihe nach der rechten, die andere nach der linken Seite. Die von den Spulen sich allmälig herabziehenden Kettenfäden nehmen also einen gleichen Weg, wobei sie sich mit einander kreuzen, die Kettenfäden umschlingen, und auf diese Weise die Maschen oder Löcher des Stoffes erzeugen.

Dieser Austausch oder dieses schrittweise Fortrücken der Schlitten mit ihren Spulen, welcher der am schwierigsten zu erklärende Vorgang, aber zugleich das Wesentlichste bei der Arbeit der Bobbinnetmaschine ist, wird einiger Maßen verständlich werden, wenn man die Fig. 173

Digitized by Google

173



sorgfältig studirt, welche man als einen skizzirten Grundriß ansehen muß, und worin unter Nr. 1 bis 9 eben so viele auf einander folgende Stellungen der Haupttheile figürlich ausgedrückt sind. Hier bedeutet der einfache Strich | die Zähne der Kämme, das Zeichen ϕ die hintere Reihe Spulenschlitten, und ϕ die vordere Reihe derselben. II ist der vordere Kamm, und I der hintere. Ersterer bleibt beständig an seinem Platze, und empfängt die Schlitten so, wie sie ihm durch die oben erwähnte Verschiebung des anderen Kammes (I) dargeboten werden. An einem Ende der Maschine muß immer ein einzelner Schlitten sein; die übrigen stehen jederzeit paarweise, entweder beisammen auf einem und demselben Kamme, oder einander gegenüber auf den beiden Kämmen. Die Gesammtzahl der Schlitten (deren in der Figur nur 11 angenommen sind) ist nämlich ungerade.

Nro. 1 stellt die Schlitten vor, wie sie sich sämmtlich auf dem vorderen Kamme befinden, und der einzelne am linken Ende steht. Die hintere Reihe wird nun zuerst auf den hinteren Kamm I hinübergeschoben, wobei der einzelne Schlitten auf II zurückbleibt, weil kein anderer in demselben Zahn-Zwischenraume ist, der ihn vor sich hertreibt. Die Schlitten stehen alsdann wie in Nro. 2. Der Kamm I wird nun nach der linken Seite verschoben, wie Nro. 3 zeigt, und die vorderen Schlitten gleiten auf den hinteren Kamm, wie man aus Nro. 4 entnimmt. Hierauf geht der Kamm I wieder nach der rechten Seite, woraus die Stellung Nro. 5 entsteht. Die vorderen Schlitten werden ferner auf den Kamm II herübergetrieben, wobei nur der einzelne an der rechten Seite bei der hinteren Reihe auf dem Kamme I zurückbleibt, aus demselben Grunde, der schon oben angegeben wurde, und die Stellung ist nun wie Nro. 6. Der Kamm I wird jetzt abermals nach der linken Seite verschoben, s. Nro. 7, wodurch der einzelne Schlitten auf dem hintern Kamme am linken Ende zu stehen kommt. Die hinteren Schlitten gehen hierauf nach dem vorderen Kamme über, s. Nro. 8. Endlich verschiebt sich der Kamm I wieder nach der rechten Seite, und es geht daraus die Stellung Nro. 9 hervor. Alle Schlitten haben nun ihren Platz geändert, wie man bei der Vergleichung von Nro. 9 mit Nro. 1 erkennt. Die der hinteren Reihe ϕ sind sämmtlich um einen Zahn weiter links gerückt, jene der vorderen Reihe ϕ um einen Schritt weiter rechts. Der einzelne Schlitten ϕ in Nro. 1 ist einer der vordern Reihe geworden; ein Schlitten der hintern Reihe ϕ steht dagegen nun als einzelner da, und ein Schlitten der vordern Reihe ϕ ist der hintern Reihe einverleibt. Bezeichnet man etwa die anfängliche Stellung (Nro. 1) mit Zahlen wie folgt:

Hintere 1. 3. 5. 7. 9. 11 Reihe,
Vordere 2. 4. 6. 8. 10 Reihe,

so ist die jetzige (Nro. 9) diese:

Hintere 3. 5. 7. 9. 11. 10 Reihe,
Vordere 1. 2. 4. 6. 8 Reihe.

Die erste Maschenreihe ist damit gebildet. Während der Erzeugung der zweiten Maschenreihe findet dasselbe Fortrücken um einen Zahn-Abstand der Kämme (in der hinteren Schlitteureihe nach links, in der vordern nach rechts) wieder Statt; und so bei jeder folgenden. Es ergeben sich sonach successive folgende Stellungen der Schlitten:

Digitized by Google

Zu Anfang	Hintere Reihe	. .	1	3	5	7	9	11
	Vordere Reihe	. .		2	4	6	8	10
Nach Vollendung		. .	3	5	7	9	11	10
der 1. Maschenreihe		. .		1	2	4	6	8
„ 2. „ „		. .	5	7	9	11	10	8
		. .		3	1	2	4	6
„ 3. „ „		. .	7	9	11	10	8	6
		. .		5	3	1	2	4
„ 4. „ „		. .	9	11	10	8	6	4
		. .		7	5	3	1	2
„ 5. „ „		. .	11	10	8	6	4	2
		. .		9	7	5	3	1
„ 6. „ „		. .	10	8	6	4	2	1
		. .		11	9	7	5	3
„ 7. „ „		. .	8	6	4	2	1	3
		. .		10	11	9	7	5
„ 8. „ „		. .	6	4	2	1	3	5
		. .		8	10	11	9	7
„ 9. „ „		. .	4	2	1	3	5	7
		. .		6	8	10	11	9
„ 10. „ „		. .	2	1	3	5	7	9
		. .		4	6	8	10	11
„ 11. „ „		. .	1	3	5	7	9	11
		. .		2	4	6	8	10

Nach 11 Maschenreihen ist also in diesem Beispiele die anfängliche Stellung der Schlitten wiedergekehrt. Dieß findet überhaupt nach so vielen Maschenreihen Statt, als Spulenschlitten vorhanden sind, weil jeder Schlitten den Kreislauf durch eben so viele Plätze macht, und bei jeder Maschenreihe um einen Platz weiter geht.

Zum Hinüberschieben der Spulenschlitten von einem Kamme auf den anderen dienen zwei Mittel. Angefangen wird diese Bewegung durch zwei lange Stangen (eine für jeden Kamm), welche oberhalb der Kämme angebracht sind, und die Schlitten vor sich her stoßen; beendigt durch zwei andere lange flache Stangen, welche unterhalb angebracht sind, und die Schlitten innerhalb der Vorsprünge oder Ohren i, i (Fig. 171) angreifen, um sie nach sich zu ziehen. Um die Schlitten von dem hinteren Kamme auf den vorderen überzuführen, wirkt zuerst die hintere Stoßstange und dann die vordere Ziehstange; bei der entgegengesetzten Bewegung die vordere Stoß- und die hintere Ziehstange. Diese Einrichtung ist darum nothwendig, weil der im Wege stehenden Kettenfäden halber nicht die ganze Uebertragung durch eine einzige Einwirkung (sei sie ziehend oder stoßend) hervorgebracht werden kann. Es wird dadurch gleichsam das Verfahren nachgeahmt, welches die Hand befolgt, um beim Nähen die Nadel durch das Tuch zu stechen, indem sie dieselbe zuerst von der einen Seite hineindrückt, und dann auf der anderen Seite herauszieht.

Es gibt sechs verschiedene Gattungen von Bobbinnet-Maschinen oder Systeme für deren Konstruktion; durch Veränderungen einzelner Theile sind aber weit zahlreichere Arten entstanden, deren nähere Bezeichnung nicht möglich ist, ohne in eine hier unangemessene Weitläufigkeit zu gerathen.

Ein Rack (rack) heißt in der Sprache der Bobbinnetfabriken eine gewisse Länge des Stoffes, welche 240 Maschen oder Löcher in senkrechter Richtung (nach dem Laufe der Kettenfäden gezählt) enthält. Richtig gearbeiteter Bobbinnet hat Löcher, die etwas mehr lang als

Digitized by Google

breit sind, wobei Länge und Breite übereinstimmend mit Länge und Breite des Stückes zu verstehen sind. Die Feinheit des Gewebes wird nach der Anzahl von Spulenschlitten auf 1 englischen Zoll der Kämme bemessen, und man benennt danach die Maschinen 9-, 10- bis 14 Points-Maschinen. Eine 12 Points-Maschine enthält in jedem der beiden Kämme 12 Schlitten auf 1 Zoll, also in der Kette auf 1 Zoll Breite 24 Kettenfäden oder eben so viel Löcher, und arbeitet, wenn der Stoff 5 Yards oder 180 Zoll breit ist, mit 4319 Spulen. Hiernach allein schon kann man sich einen Begriff von der Sorgfalt machen, welche bei Anfertigung und Beaufsichtigung der Maschinen nöthig ist, wenn so viele Theile ohne, oder mit möglichst wenig Störung ihre Funktionen verrichten sollen. Das gewöhnliche Verhältniß in Absicht auf Länge und Breite der Löcher ist: 16 Löcher auf 1 Zoll Länge bei 10 Schlitten oder Spulen auf 1 Zoll Breite, also bei einer 10 Points-Maschine. — Von Dampfkraft getriebene gute Bobbinnetmaschinen können in einem Tage von 18 Arbeitsstunden 360 Racks, also stündlich 20 Racks, d. h. 4800 Maschenreihen anfertigen. Selbst wenn man von der Arbeitszeit die unvermeidlichen kleinen Unterbrechungen nicht abrechnet, kommen demnach doch 80 Reihen von Maschen (jede über die ganze Breite des Stückes reichend) auf 1 Minute. Bei der großen Breite des Stoffes und dieser erstaunlichen Schnelligkeit der Bewegungen wird der so niedrige Preis des Fabrikates erklärbar. So außerordentlich ist die Verbesserung und die Oekonomie in dieser Fabrikation gesteigert worden, daß der Arbeitslohn für ein Rack, welcher vor 20 Jahren noch 3½ Schilling oder 42 Pence betrug, jetzt nicht mehr als 1 Penny ausmacht. Ein Stück von 24 Rack, 5 Viertel Yard breit, welches zu jener früheren Zeit im Großhandel 17 Pfund Sterling einbrachte, wird jetzt für 7 Schilling verkauft, also um den 29. Theil des ehemaligen Preises.

Das erste von Erfolg begleitete Patent auf eine Bobbinnetmaschine erhielt Heathcoat im Jahre 1809. Eine Menge andere Erfindungen und Verbesserungen in diesem Fache sind seitdem von ihm und Anderen gemacht worden, namentlich von Morley, S. Mart und J. Clarf, Leaver und Turton ꝛc. Im Jahre 1817 oder 1818 wendete Heathcoat zuerst drehende Bewegung (wodurch Betreibung mittelst Wasser oder Dampf möglich wurde) bei Bobbinnetmaschinen an, und gründete eine Fabrik nach diesem Plane zu Tiverton, nachdem er und sein Gesellschafter Boden 1816 aus Loughborough durch empörende Gewaltthätigkeit der maschinenzerstörenden Arbeiter vertrieben worden waren.

Bohrmaschinen. — Das Bohren in Metall mittelst Maschinen tritt an die Stelle des Bohrens mit Hand-Werkzeugen theils wenn die auszuarbeitenden Löcher oder Höhlungen von so großem Durchmesser sind, daß ihre Hervorbringung sehr bedeutende Kraft erfordert; theils wenn man durch Anwendung von Maschinerie größere Genauigkeit und Schnelligkeit der Arbeit beabsichtigt. Nach diesen Rücksichten und nach der äußerst mannichfaltigen Beschaffenheit der zu bohrenden Gegenstände sind die Bohrmaschinen von sehr verschiedener Art. Man kann jedoch die wichtigsten darunter in zwei Klassen abtheilen. Die Maschinen der ersten Klasse (in England drilling machines genannt) haben die Bestimmung, in Metallstücke, besonders guß- und schmiedeiserne Maschinen-Bestandtheile, Löcher von nicht sehr großem Durchmesser und nicht sehr beträchtlicher Tiefe zu bohren; die der zweiten Klasse (boring machines) dienen zum Bohren langer rohrartiger Höhlungen.

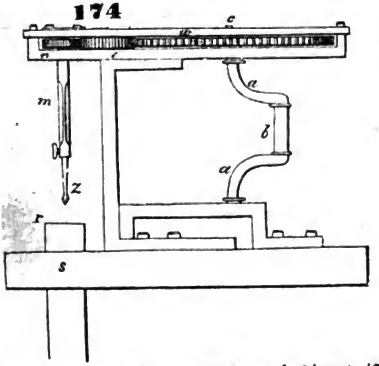
Bei den zur ersten Klasse gehörigen Bohrmaschinen pflegt der Bohrer in senkrechter Stellung, die Spitze nach unten kehrend, angebracht zu sein, und seine drehende Bewegung durch verzahnte Räder oder durch eine Riemenscheibe zu empfangen. Der fortwährende Druck des Bohrers gegen das Arbeitsstück wird entweder durch einen Mechanismus hervorgebracht, welcher den Bohrer mit geringer Geschwindigkeit auf das

Digitized by Google

unbewegliche Arbeitsstück herabbewegt, oder umgekehrt das Arbeitsstück gegen den an seinem Platze bleibenden Bohrer erhebt. Für diesen letztern Fall wird neuerlich öfters mit großem Vortheile der Druck einer Wassersäule angewendet. Von einem im obersten Theile des Gebäudes befindlichen Behälter, in welchem sich das Regenwasser sammelt, und der überdieß durch eine Pumpe stets gefüllt erhalten wird, geht ein 30 bis 50 Fuß hohes Rohr herab, welches das Wasser in einen unter dem Bohrer stehenden Zylinder führt, daß es den in letzterem befindlichen Kolben aufwärts drückt. Der Kolben trägt oben eine horizontale Platte, worauf die Arbeitsstücke gelegt werden. Der innere Durchmesser des Zylinders kann 4 bis 12 Zoll betragen, je nachdem man eines kleineren oder größeren Druckes bedarf. Durch einen Hahn kann man den Zufluß des Druckwassers absperren; durch einen anderen sodann den Zylinder entleeren, wobei der Kolben von selbst wieder sinkt. Zum Bohren von Löchern bis gegen 2 Zoll im Durchmesser eignet sich diese Methode ausgezeichnet gut, vorausgesetzt, daß die Arbeitsstücke von nicht zu großem Gewichte sind. Höchste Gleichmäßigkeit des Druckes und Bequemlichkeit für den Arbeiter können auf keine andere Weise so vollkommen erreicht werden. Dagegen gibt es allerdings Fälle, wo die hier vermißte Möglichkeit, den Druck nach Wunsch augenblicklich zu verändern, schätzenswerth ist.

Fig. 174 stellt den Aufriß einer sehr einfachen Bohrmaschine vor, bei

174



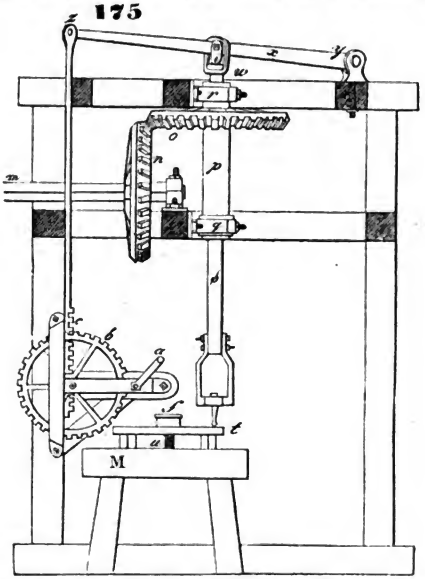
welcher — da sie nur zu kleinen Löchern bestimmt ist — dem Bohrer eine schnelle Drehung gegeben werden kann. Der Bohrer z ist in der Spindel m befestigt, an welcher sich oben ein Zahnrad n befindet. Dieses wird mittelst eines Zwischenrades e von einem großen verzahnten Rade w in Bewegung gesetzt, und die Achse caba des letzteren bildet einen Krummzapfen, an welchem bei b die Hand des Arbeiters zur Hervorbringung der Umdrehung wirkt. Da das Rad w fünf Mal so viel Zähne hat, als n, und der Arbeiter leicht 30 bis 40 Bewegungen in 1 Minute macht, so ist man im Stande, den Bohrer 150 bis 200 Mal pr. Minute umlaufen zu lassen, wenn dessen Kleinheit eine so schnelle Drehung gestattet. r ist ein Klotz, worauf das Arbeitsstück gelegt wird; unter der Bank s befindet sich ein (in der Abbildung nicht angegebener) Tritt, mittelst dessen s langsam gehoben wird, um das Arbeitsstück beständig gegen den Bohrer anzudrücken.

Eine weniger einfache, dagegen kräftigere und auch für ziemlich große Löcher geeignete Bohrmaschine ist in Fig. 175 abgebildet. Die Bewegung geht hier von der durch Dampf- oder Wasserkraft umgedrehten

Digitized by Google

horizontalen Welle m aus, welche mittelst ihres konischen Zahnrades n

175

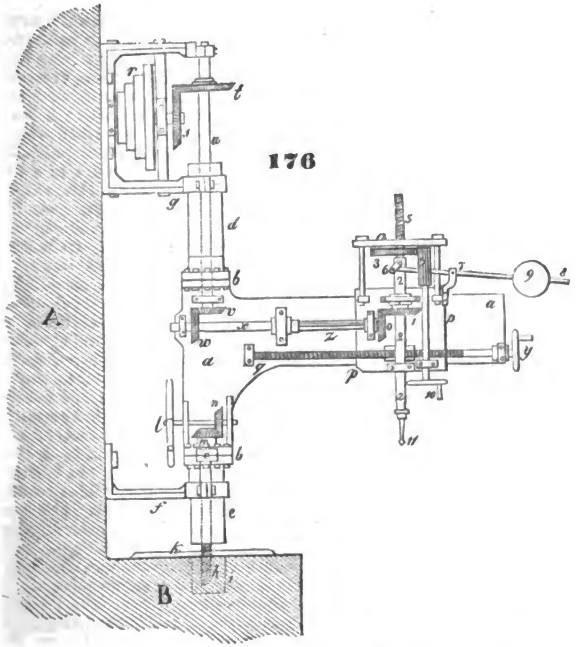


ein zweites solches Rad o und die an letzterem befestigte senkrechte Welle p in Umlauf setzt. Diese Welle, welche an zwei Hälsen von den Lagern q, r gehalten wird, ist ein Rohr, in welchem die vierkantige Bohrspindel s dergestalt steckt, daß sie zwar die Drehung mitmachen muß, dabei aber die Freiheit behält, sich auf und nieder zu schieben. Die Arbeit t, welche mittelst der Schraube u und ihres großen Kopfes f auf der Bank M befestigt wird, liegt nämlich hier während des Bohrens unbeweglich, und die Bohrspindel s wird niedergedrückt, um das Angreifen und Eindringen des Bohrers zu bewirken. Hierzu dient der eiserne Hebel y z, welcher in y seinen Drehungspunkt hat, und mittelst seines bei i angebrachten konischen Zapfens in einer Vertiefung des oberen Endes der Spindel s ruht. Bei z hängt an dem Hebel die senkrechte Zahnstange c, in welche ein Getriebe an der Achse des Rades b eingreift, während letzteres selbst durch ein Getrieb an der Handkurbel a umgedreht wird. Die Drehung der Kurbel senkt oder hebt also den Hebel y z. Ersteres geschieht beim Bohren, letzteres vorher und nachher, d. h. wenn man die Arbeit hinlegen oder wegnehmen will. Bei seinem Hinaufgehen nimmt der Hebel die Bohrspindel s dadurch mit, daß der Kloben w beide mit einander verbindet. Löcher von einiger Maßen beträchtlicher Tiefe können auf dieser Maschine nicht gebohrt werden, weil dabei eine zu starke Schrägstellung des Druckhebels erfolgen würde.

Bei den zwei eben beschriebenen Maschinen muß in jedem Falle das Arbeitsstück unter dem Bohrer in eine solche Lage gebracht werden, daß das Bohren an der vorgeschriebenen Stelle Statt findet. Dieß ist bei großen, schwer beweglichen Gegenständen sehr oft nicht möglich, man muß alsdann eine Maschine von solcher Konstruktion anwenden,

Digitized by Google

daß der Bohrer über jede beliebige Stelle des unbeweglich liegenden Arbeitsstückes versetzt werden kann. Unter den mancherlei hierzu dienlichen Einrichtungen ist die, welche Fig. 176 beispielweise vorstellt, vorzüglich empfehlenswerth.



Die starke gußeiserne Platte oder Wange a a mit ihren zylindrischen Ansätzen b b ist durch Schrauben mit zwei hohlen eisernen Zylindern d, e verbunden, und letztere dienen, indem sie beweglich in den Ringen der (an der Mauer A befestigten) Arme g, f stehen, dem Ganzen wie zwei Zapfen, um eine Drehung, ähnlich jener einer Thür an ihren Angeln, hervorzubringen. Dieß ist die erste von denjenigen Bewegungen, welche zur Ortsveränderung des Bohrers erfordert werden. Die zweite besteht in einer Hebung oder Senkung der ganzen Maschine. Man bewirkt dieselbe, indem man mittelst des Kreuzes oder Haspels l das konische Zahnrad n, durch dieses aber das gleiche Rad m in Umdrehung setzt. Letzteres befindet sich am obern Ende einer vertikalen Schraubenspindel h, deren Mutter k von einem gemauerten Fundamente B getragen wird, worin die Schraube selbst durch eine Büchse i vor Staub und anderem rem Schmutz geschützt ist. Der bei o angegebene, dicke zylindrische Ansatz der Spindel h wird von dem Zylinder b so umschlossen, daß mit der Schraube die ganze Maschine emporsteigen oder herabsinken muß, wobei die Zylinder d, e in den Führungen f, g sich schieben. — Auf der Platte a a verschiebt sich horizontal eine kleinere Platte p p, wozu diese mit einer Schraubenmutter für die lange Schraube q y der großen Platte

Digitized by Google

versehen ist. Da an dem Schieber p die Bohrspindel sich befindet, so wird hierdurch die letztere in einer Richtung rechtwinkelig gegen die Drehungsachse d e der Maschine verstellt, worin die dritte der zur beliebigen Ortsveränderung des Bohrers nöthigen Bewegungen besteht.

Was den Bohrer selbst betrifft, so muß er, außer seiner Umdrehung, einer auf- und niedersteigenden Bewegung fähig sein. Die Drehung geht von der durch Dampfkraft in Umtrieb gesetzten Riemenscheibe r aus, welche mittelst der Zahnräder s, t die Achse u bewegt. Diese geht im Innern des Zylinders d herab, und pflanzt mittelst der verzahnten Räder v, w die Drehung auf die rohrförmige Welle x fort, welche mit a a verbunden ist. Die Verlängerung der genannten Welle ist ein in derselben sich ein und aus schiebender Schaft z, der mit einer Längenfurche versehen ist, in die ein Zahn der hohlen Welle x eingreift. Dadurch geschieht es, daß ungeachtet der Verschiebung von z in x stets beide Theile gemeinschaftlich sich drehen müssen. Es ist klar, daß die Verschiebbarkeit von z in x die nothwendige Verlängerung oder Verkürzung dieser Welle hervorbringt, wenn der Schieber p seinen Platz auf a verändert. An z sitzt das konische Rad o, durch welches ein ähnliches Rad 1 auf dem Schieber p in Umdrehung versetzt wird. An letzterem Rade aber befindet sich eine Nabe oder Hülse, durch welche die Bohrspindel 2 geht, und zwar dergestalt, daß die Spindel auf und ab verschiebbar bleibt, jedoch immer an der Umdrehung des Rades und der Hülse Theil nehmen muß. 11 ist der Bohrer, welcher in der Spindel 2 steckt; 5 eine Schraube, welche in dem Querstücke 12 des Schiebers p auf und nieder geschraubt werden kann, beim Niedergehen auf die Spindel 2 drückt, und also den Bohrer gegen das Arbeitsstück herabtreibt. Die Schraube 5 trägt ein Zahnrad 3, welches durch das mittelst der Handkurbel 10 bewegte Getrieb 4 umgedreht wird. Indem der Arbeiter die eben erwähnte Kurbel links oder rechts dreht, geht die Schraube 5 auf oder ab. Steigt sie in die Höhe, so folgt ihr die Bohrspindel 2, weil diese mittelst des Hebels 6, 8, welcher den Drehungspunkt in 7 hat und ein Gewicht 9 trägt, aufgehoben wird. Die große Länge des Getriebes 4 muß bewirken, daß dasselbe bei jeder Stellung der Schraube 5 in das Rad 3 eingreift.

Die Fälle beim Bohren langer zylindrischer (rohrartiger) Höhlungen, wozu die Bohrmaschinen der zweiten Klasse angewendet werden, sind verschieden. Meistens ist die Höhlung schon vorhanden, indem der Zylinder hohl gegossen wird, wie Pumpenstiefel, Dampfmaschinen-Zylinder u. dgl., oder hohl geschmiedet, wie Gewehrläufe. In diesem Falle handelt es sich nur um die Glättung und Berichtigung derselben, und man kann, wenn es nöthig ist, der Bohrspindel an ihren beiden Enden eine Unterstützung geben, was sehr wesentlich dazu beiträgt, Schwankungen zu verhindern und so die Genauigkeit des Bohrens zu befördern. Zuweilen muß dagegen in massives Metall gebohrt werden, und die Höhlung geht wohl auch gar nicht ganz durch, hat und behält daher nur einen einzigen Ausgang. Dieser Fall, der beim Bohren der Kanonen vorkommt, vergrößert in hohem Grade die Schwierigkeit der Aufgabe; denn der Bohrer muß eine so große freistehende Länge haben, als durch die Tiefe der Bohrung nöthig wird, und ist daher dem Zittern oder Schwanken und kleinen Abweichungen von der geraden Richtung leicht unterworfen, wodurch die Genauigkeit der Bohrung beeinträchtigt wird.

Nach dem Angeführten sind die drei vorzüglichsten Arten von Bohrmaschinen, welche zu der zweiten Klasse solcher Maschinen gehören: die Kanonen-, die Flinten- und die Zylinder-Bohrmaschinen, letztere zum Ausbohren hohl gegossener, an beiden Enden offener Zylinder zu Pumpen, Feuerspritzen, Dampfmaschinen, Zylindergebläsen, hydraulischen Pressen ꝛc.

Bei den Kanonen wird das Bohren aus dem Massiven angefangen, und die Höhlung nach und nach durch mehrere Bohrer von steigenden

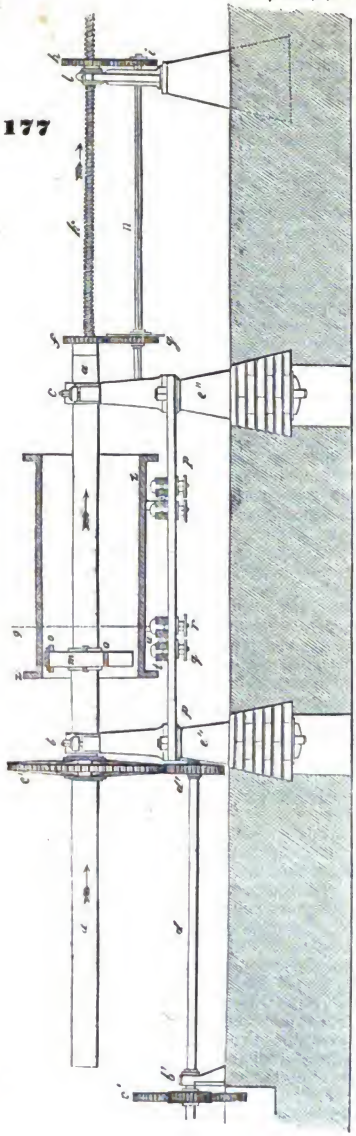
Digitized by Google

Durchmessern bis zu dem erforderlichen Grade erweitert. Die dazu angewendeten Maschinen theilen sich in vertikale und horizontale. Bei den ersteren steht der Bohrer senkrecht, die Spitze nach oben gekehrt, und die Kanone ist über demselben angebracht. Man hat sich in früherer Zeit viel damit beschäftigt, verschiedene Einrichtungen nach diesem Prinzipe zu Stande zu bringen, wobei bald der Bohrer ganz unbeweglich stand, und die Kanone sowohl umgedreht wurde, als nach und nach durch ihr Gewicht herabsank; bald der Bohrer die drehende Bewegung, das Geschütz dagegen ohne Drehung, nur die gerade Bewegung von oben nach unten hatte; bald endlich die Kanone ohne Ortsveränderung umgedreht, der Bohrer aber nach und nach aufgehoben wurde. Alle diese, im Einzelnen noch mannichfaltig abgeänderten Konstruktionen sind durch die große Höhe ihres Gestells unbequem und stark dem Zittern ausgesetzt. Man hat daher in der neuern Zeit meistentheils den horizontalen Kanonenbohrmaschinen entschieden den Vorzug gegeben. Hierbei liegt das Geschütz wagrecht und steht mit der Welle eines Wasserrades in Verbindung, von dem es in langsame Umdrehung versetzt wird. Der Bohrer erhält demnach keine drehende Bewegung, sondern wird nur in gerader Linie allmälig vorgeschoben, wozu ein aus Zahnstange und Getrieb, oder aus Räderwerk und Schrauben ꝛc. bestehender Mechanismus angebracht ist. Gewöhnlich verbindet man mit dem Bohren der Kanonen das Abdrehen derselben, zu welchem Behufe ein Support mit Drehstahl, wie bei einer großen Drehbank, neben dem Geschütze angebracht ist. Bei einer horizontalen Bohrmaschine für gewöhnliche mittlere Geschützgattungen kann die bewegende Kraft auf 3 bis 4 Pferdekräfte angeschlagen werden; und die Kanone darf nur 10 bis höchstens 12 Umdrehungen in einer Minute machen.

Die Flintenbohrmaschine, Flintenbohrbank ist von sehr einfacher Konstruktion. Der Bohrer hat die Gestalt einer vierkantigen 1½ Fuß langen Reibahle, und sitzt an einem runden eisernen Stiele, mittelst dessen er durch Wasserkraft umgedreht wird. Zwischen dem Wasserrade und dem Bohrer wird ein zweckmäßiges Vorgelege von verzahnten Rädern angebracht, um dem Bohrer eine bedeutende Geschwindigkeit, nämlich gegen 180 Umläufe pr. Minute zu ertheilen. Der auszubohrende Gewehrlauf ist horizontal liegend auf einem eisernen Schlitten befestigt, sammt welchem er von einem Arbeiter durch Druck auf einen eisernen Hebel gegen den Bohrer vorgeschoben wird. Sechs bis acht, sogar zehn Bohrer von stufenweise zunehmender Dicke werden nach einander angewendet. Anfangs bohrt man, um Anhäufung der Bohrspäne zu verhindern, von beiden Enden des Laufes nach der Mitte desselben; zuletzt hingegen, mit Bohrern, welche nur wenig angreifen, von einem Ende bis zum andern ganz durch. Der Lauf erhitzt sich bedeutend, und wird deshalb mit Wasser begossen.

Die Zylinder-Bohrmaschinen sind durchaus horizontal angelegt, und da eine Einrichtung, um beiderseits offene Zylinder von oft sehr bedeutender Größe so einzuspannen, daß sie in genaue Runddrehung versetzt werden können, mit vielen Schwierigkeiten und Weitläuftigkeiten verbunden wäre: so ist in der Regel der Zylinder unbeweglich festgelegt. Der Bohrer besteht aus einer durch die Achse der Zylinder-Höhlung gehenden, außerhalb derselben zu beiden Seiten unterstützten Welle (Bohrstange, Bohrspindel), auf welcher eine dicke gußeiserne Scheibe (der Bohrkopf) sich befindet. In den Umkreis des Bohrkopfes werden stählerne Schneiden eingesetzt, welche das Ausbohren verrichten. Zu diesem Behufe erhält die Bohrstange eine drehende Bewegung um ihre Achse, und zugleich wird entweder die Bohrstange sammt dem darauf befestigten Bohrkopfe, oder der letztere allein auf der an ihrem Platze bleibenden Bohrstange, allmälig nach der Länge des Zylinders fortgerückt. In beiden Fällen kann der Mechanismus mit mancherlei Verschiedenheiten ausgeführt werden. Wenn der Bohr-

Digitized by Google



177

kopf den Weg von einem Ende des Zylinders bis an das andere vollbracht hat, stellt man die Schneiden so, daß sie ein wenig weiter aus dem Bohrkopfe hervorragen, und fängt das Bohren von Neuem an. Auf diese Weise wird so oft als nöthig verfahren. Die zweckmäßigste Umfangsgeschwindigkeit des Bohrkopfes beim Bohren in Gußeisen ist etwa 6 Fuß pr. Minute, so daß 6zöllige Zylinder ungefähr in 16 Sekunden, 12zöllige in einer halben Minute, 24zöllige in 1 Minute, 36zöllige in 1½ Minuten eine Umdrehung vollbringen. Läßt man den Bohrer stark angreifen, so muß die Bewegung noch langsamer sein. Die Fortrückung des Bohrers während einer Umdrehung kann höchstens 1 Linie betragen. Demnach erfordert z. B. ein 24zölliger, 5 Fuß langer Zylinder wenigstens 12 Stunden, um ein Mal durchgebohrt zu werden.

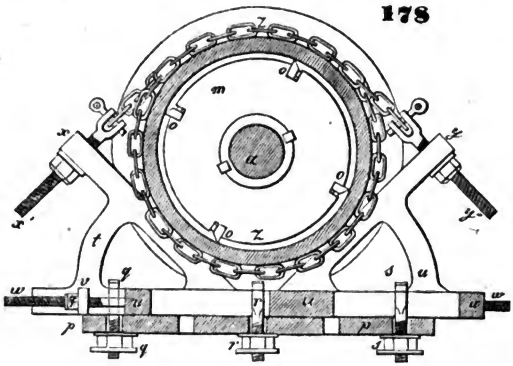
Als Beispiel einer großen Zylinder-Bohrmaschine wird die in Fig. 177 im Aufrisse (theilweise der Länge nach durchschnitten) vorgestellte angeführt, von welcher Fig. 178 einen Querdurchschnitt (entsprechend der punktirten Linie 9 in Fig. 177, und nach größerem Maßstabe gezeichnet) enthält.

Die Grundlage des Gestells bildet eine starke gußeiserne Platte p p, welche von eisernen, auf gemauerten Fundamenten ruhenden Säulen wie e″, e″ getragen wird. Auf dieser Platte stehen vier gußeiserne Böcke in Gestalt schräger Flächen mit breiter Basis, deren Gestalt und Stellung sich aus Fig. 178 ergibt. Es sind nämlich je zwei dieser Böcke, wie t und u einander gegenüber aufgestellt, jedoch dergestalt, daß sie sich neben einander, in Richtungen rechtwinklig gegen die Länge der Platte p und gegen die Achse des zu bohrenden Zylinders ver-

Digitized by Google

schieben lassen. Da die schrägen Flächen der Böcke unter 45° gegen die Horizontale geneigt sind, so bilden sie zwischen sich eine rechtwinkelige Ver-

178



tiefung, in welche der Zylinder (z, z in beiden Figuren) eingesenkt wird, so daß er sich schon durch sein Gewicht gleichsam einkeilt. Um ihn aber wirklich zu befestigen, wird er bei jedem Paar der Böcke mit einer Kette umschlungen, deren Enden mit Schraubbolzen x', y' versehen sind. Die Bolzen, welche bei x, y durch den obersten Theil der Böcke durchgehen, und außerhalb derselben mittelst Schraubenmuttern angezogen werden können, spannen dadurch die Ketten, und halten somit den Zylinder fest. Die Einrichtung, wodurch man im Stande ist, den Zylinder gegen die Bohrstange zu zentriren, d. h. ihn so zu richten, daß letzterer durch seine Achse geht, besteht in Folgendem: Die Platte p p enthält Schlitze oder Spalte, welche nach der Länge derselben, also parallel zur Achse des Zylinders gestellt sind; die Füße der Böcke dagegen andere Schlitze, welche rechtwinkelig gegen jene laufen. Durch beide Theile sind mittelst der Schlitze senkrechte Bolzen (zwei für jeden Bock) eingesteckt, wie q, r, s, welche oben Köpfe, unten Schraubenmuttern haben, und nach dem scharfen Anziehen der letzteren Alles in fester Verbindung erhalten. Werden aber diese Schraubenmuttern gelöset, so kann man nicht nur die Böcke in der Längenrichtung der Maschine verstellen, um sie an den Platz zu bringen, welcher der Länge des Zylinders z angemessen ist; sondern auch die Böcke der einen Seite, oder nöthigen Falls alle vier, in der Querrichtung aus oder ein verschieben, wodurch der Zylinder gehoben, gesenkt, mehr nach der einen, oder mehr nach der anderen Seite hingerückt werden kann. Damit diese gegenseitige Querverschiebung der Böcke in allen erforderlichen feinen Abstufungen leicht und auf das Genaueste bewirkt werden kann, geschieht sie mittelst einer Stellschraube w, w (Fig. 178), welche zwischen den Füßen der zwei zusammengehörigen Böcke liegt, durch einen Ansatz eines jeden Bockes (wie v) durchgeht, und außerhalb desselben eine umzudrehende Schraubenmutter 7 besitzt.

Der Bohrstange a wird die drehende Bewegung mittelst eines Räderwerkes gegeben, welches in Fig. 177 bei b', c', d', e' angezeigt ist. b' ist das Rad, von dem die Bewegung ausgeht; es greift in das Rad c' an der Hülfswelle d, deren zweites Rad d' auf das Rad e' der Bohrstange wirkt. m ist der Bohrkopf, in welchen bei o, o, o, o vier Schneiden eingesetzt sind, und der auf der Bohrstange a verkeilt ist. Natürlich muß man jederzeit einen Bohrkopf anwenden, dessen Durch-

Digitized by Google

messer wenig kleiner als jener der Zylinderhöhlung ist. Um die Schneiden mehr oder weniger vorstehen zu lassen, legt man unter dieselben, in die Einschnitte des Bohrkopfes mehr oder weniger dicke Blechstücke. Der Bohrkopf schreitet während der Umdrehung mit der Bohrstange zugleich in der Längenrichtung des Zylinders langsam fort, wie die Pfeile in Fig. 177 angeben, indem die Lager b, c diese Schiebung gestatten. Zur Hervorbringung dieser Bewegung dient die Schraube k, welche mit der Bohrstange fest verbunden ist, und sich in ihrer Mutter l fortschraubt. Da aber dieses Fortschreiten nur sehr wenig bei jeder Umdrehung betragen darf, und man der Schraube, nöthiger Festigkeit halber, kein feines Gewinde geben darf; so hilft man sich auf folgende höchst sinnreiche Weise. Das an der Bohrstange a befestigte Zahnrad f greift in das Rad g der Hülfswelle n, und das zweite Rad i dieser letztern in ein Rad h an der Schraubenmutter l, welche somit eine drehende Bewegung in eben der Richtung, wie die Spindel k empfängt. Die Drehung der Schraubenmutter ist aber etwas langsamer. Es hat nämlich das Rad f 36 Zähne, g 37, i 36 und h 37. Demnach macht, auf 1 ganze Umdrehung der Bohrstange a und der Schraube k, die Mutter l $\frac{36 \times 36}{37 \times 37}$, d. i. $\frac{1296}{1369}$ eines Umganges, und die Folge davon ist, daß die Spindel k sich in der Richtung des Pfeils nur um $\frac{1369-1296}{1369}$ oder $\frac{73}{1369}$ desjenigen Raumes fortbewegt, welchen sie durchlaufen würde, wenn die Mutter unbeweglich läge. Hat nun z. B. das Schraubengewinde auf k 6 Linien Ganghöhe, so beträgt das Fortschreiten des Bohrkopfes während einer Umdrehung $\frac{6 \times 73}{1369} = \frac{438}{1369}$ oder nicht völlig $\frac{1}{3}$ Linie.

Daß man dieses Verhältniß nach Beschaffenheit der Umstände abzuändern hat, versteht sich von selbst. Da das Rad f mit a und k fortschreitet, so muß hierbei das Rad g mitgehen, welches deshalb nicht nur einen vorspringenden Kranz hat, hinter welchen das Rad f faßt, sondern auch auf eine solche Weise mit seiner Welle n verbunden ist, daß die Schiebung unbeschadet der gemeinschaftlichen Umdrehung beider Statt finden kann. Es ist fast überflüssig zu bemerken, daß die Verbindung zwischen dem Rade e′ und der Bohrstange a in gleicher Weise eingerichtet sein muß, weil e′ seinen Platz behauptet, während a sich in der Längenrichtung fortbewegt.

Borax. Eine Verbindung von Borarsäure mit Natron, die theils fertig gebildet in der Natur vorkommt, theils auch künstlich aus ihren Bestandtheilen zusammengesetzt wird. Der natürliche Borax kommt besonders in Thibet in Form kleiner, flach prismatischer, schmutzig gelblicher Krystalle vor, und ist von da unter dem Namen Tinkal seit langer Zeit in Europa eingeführt worden, um hier raffinirt zu werden. Später hat man ihn auch in Süd-Amerika angetroffen.

Die Boraxraffinerie, bei der es sich hauptsächlich darum handelt, den rohen Borax von einer ihm anhängenden fettigen oder wachsartigen Substanz zu befreien, wurde lange Zeit nur in Venedig und Amsterdam betrieben, und hier streng geheim gehalten. Das Verfahren bestand ganz einfach darin, den Borax in Wasser aufzulösen und mit Zusatz von ein wenig gebranntem Kalk zu kochen, und die Lösung dann krystallisiren zu lassen.

Der gewöhnliche in prismatischen Krystallen krystallisirte Borax enthält in 100 Theilen 16,38 Natron, 36,51 Borarsäure und 47,11 Wasser. Außerdem kann er, nach Payen, auch mit einer geringern Menge Wasser, krystallisiren. Dieser sogenannte octaedrische Borax enthält nur 30,64 Prozent Wasser, und ist daher insofern beim Löthen dem gewöhnlichen Borax vorzuziehen. Der Borax hat einen süßlichen, etwas laugenhaften

Digitized by Google

Geschmack, und reagirt alkalisch, erfordert 12 Theile kaltes Wasser zu seiner Lösung, löst sich dagegen schon in dem Doppelten seines Gewichts kochenden Wassers. An trockner Luft verwittert er unter Verlust eines Theils seines Krystallisationswassers, wobei er seine Durchsichtigkeit verliert. Im Dunkeln gerieben phosphoreszirt er. Bei einer Hitze, die nicht viel über den Siedpunkt des Wassers geht, schmilzt er theilweise in seinem Krystallisationswasser, bildet aber, so wie sich dieses theilweise verflüchtigt, eine feste Masse, die beim fernern Erhitzen unter Entweichen der letzten Antheile Wasser zu einer weißen schwammigen Masse ungemein stark aufschwillt. Bei noch höher steigender Temperatur schmilzt diese endlich zu einem ganz klaren, auch nach dem Erkalten durchsichtig bleibenden Glase, dem Borarglase, zusammen. Der octaedrische Borax, der entsteht, wenn eine Boraxlösung von 1,256 spez. Gew. bei einer Temperatur von 63° der Krystallisation überlassen wird, verwittert nicht an der Luft, zieht umgekehrt langsam Feuchtigkeit aus der Luft an.

Das ältere Verfahren, den Borax mittelst Kalk zu raffiniren, ist später durch eine andere, zweckmäßigere Verfahrungsart verdrängt, wobei man ätzendes Natron statt Kalk in Anwendung setzt. Man gibt nämlich den gröblich zerkleinerten Tinkal auf den durchlöcherten, und mit einem leinenen Tuche bedeckten Boden eines mit Blei ausgefütterten Bottigs in einer etwa einen Fuß dicken Schicht, und begießt ihn mit einer ätzenden Natronlauge von 1,033 spez. Gew., bis diese fast farblos abläuft. Nach dem Abtropfen der Lauge trägt man den übriggebliebenen, aber durch die Laugenbehandlung stark geschwundenen Tinkal in einen Kessel mit siedendem Wasser, bis die so erhaltene Lösung ein spezifisches Gewicht von 1,160 zeigt, worauf 12 Prozent (vom Gewichte des rohen Tinkals) kohlensaures Natron zugegeben werden. Hat sich nach Verlauf einiger Zeit die Flüssigkeit geklärt, so zieht man sie auf die Krystallisationsgefäße. Wenn die Mutterlauge nach mehrmaligen Krystallisationen allzu unrein wird, so dampft man sie ganz zur Trockene, und glüht sie schwach in einem eisernen Topf, um die schleimigen und fettigen organischen Substanzen zu zerstören; worauf der Rückstand wieder in Wasser aufgelöst und bei einer nächsten Krystallisation mit hinzugenommen wird.

Die Boraxraffinerie hat in neuerer Zeit eine sehr wesentliche Umgestaltung erfahren, seitdem zuerst durch Payen und Cartier die in den vulkanischen Seen in Toskana vorkommende Borarsäure durch Sättigung mit Natron zur künstlichen Darstellung von Borax verwandt wurde. Der Preis des Boraxes ist seitdem ungemein gesunken. Als Payen und Cartier ihre Boraxfabrik nach der neuen Methode etablirten, verkauften sie ihn zu dem Preise des holländischen Boraxes, nämlich zu 7 Frcs. des K°. Nach wenigen Jahren aber war wegen Ueberfüllung der Märkte nur noch ein Preis von 2 Frcs. 60 cent. zu machen. Im Jahre 1823 betrug der Gesammteverbrauch an Borax in Frankreich 25000 K°; während Payen's Fabrik allein 50000 K° lieferte. Das Verfahren dabei ist folgendes: Die Borarsäure wird aus dem Wasser der Lagunen ganz ebenso erhalten, wie das Kochsalz aus den schwächeren Salzsoolen; man konzentrirt es nämlich auf Gradirhäusern und dampft es dann in Siedenpfannen bis zu dem Punkte ein, daß es beim Erkalten krystallisirt. Die so gewonnene Borarsäure wird nun nach Marseille versandt, um hier in Borax umgewandelt zu werden. Man bringt in dieser Absicht 500 K° Wasser in einem Kessel zum Sieden und löst darin nach und nach 600 K° krystallisirtes kohlensaures Natron. Zu dieser Lösung gibt man nun 500 K° toskanische Borarsäure in kleinen Portionen, um das Uebersteigen der Flüssigkeit durch das heftige Aufbrausen zu vermeiden. Ist alle Borarsäure eingetragen, so dämpft man das Feuer mit feuchter Asche und bedeckt den Kessel mit einem genau schließenden hölzernen Deckel, um den Inhalt in unveränderter Temperatur zu erhalten, und den Unreinigkeiten Zeit zu lassen, sich niederzuschlagen. Nach Verlauf von 30 Stunden zieht man die klare Lösung auf flache bleierne Kry-

Digitized by Google

stallisationsgefäße, in welchen sie nur etwa einen Fuß hoch stehen darf, um rasch abzukühlen. Nach Verlauf von drei Tagen im Winter, und vier Tagen im Sommer ist die Krystallisation gewöhnlich beendigt; die Mutterlauge wird abgelassen, um bei einer nächstfolgenden Operation zum Auflösen von kohlensauren Natron gebraucht zu werden, die angeschossenen Krystalle losgebrochen, in kochendem Wasser unter Zusatz von 10 K° Soda wieder aufgelöst und die erhaltene Lösung von 1,160 spez. Gew. der Krystallisation überlassen. Wünscht man hiebei Krystalle von einigermaßen beträchtlicher Größe zu erhalten, wie sie im Handel beliebt sind, so muß man eine Quantität Borarlösung, die wenigstens 1000 K° Borax enthält, zugleich krystallisiren lassen. Die hiezu dienenden Krystallisationsgefäße oder Wachsfässer haben die Gestalt abgestumpfter Pyramiden und werden am besten mit Blei ausgefüttert, und äußerlich mit Matten oder sonstigen schlechten Wärmeleitern umhüllt, um möglichst langsam abzukühlen. Eine Fabrik von einiger Ausdehnung, die beständig in Arbeit bleiben soll, muß mit wenigstens 18 Krystallisationsgefäßen ausgestattet sein, weil bei der Größe dieser Gefäße bedeutende Zeit zu ihrer Abkühlung auf 30° C. gehört, wo dann die Krystalle nach dem Ablassen der Mutterlauge mit Meißeln losgehauen werden.

100 Gewichtstheile der reinsten toskanischen Borarsäure, wie sie im Großen gewonnen wird, enthalten nur ungefähr 50 Theile reine Borarsäure und liefern höchstens 140 bis 150 Theile guten Borax.

Der glühend geschmolzene Borax wirkt auf mehrere Metalloxyde kräftig auflösend, und stellt mit ihnen zum Theil sehr schön gefärbte Glasflüsse dar, worauf sich die Anwendung des Borares bei Löthrohrversuchen gründet. So z. B. bildet er mit Chromoxydul ein smaragdgrünes, mit Kobaltoxyd ein schön blaues, mit Kupferoxyd ein hell grünes, mit Zinnoxyd ein milchweißes, mit Eisenoxydul ein bouteillengrünes, mit Mangan ein violettes, mit Nickel ein hell smaragdgrünes Glas. Ursprünglich weiße Oxyde ertheilen dem Borarglase nie eine Farbe.

Mit schmelzenden Metallen in Berührung, bildet der Borax auf ihrer Oberfläche einen glasigen Ueberzug, der in doppelter Hinsicht ungemein günstig auf den Schmelzprozeß einwirkt, einmal nämlich hindert er den Zutritt der Luft, und schützt so das schmelzende Metall vor der Oxydation, anderntheils aber löst er das etwa vorhandene Oxyd auf, und bewirkt so eine ganz reine metallische Oberfläche. Man kann zwar nicht sagen, daß der Borax den Schmelzpunkt des Metalles herunterbringt, daß er das Metall im eigentlichen Sinne des Wortes leichter schmelzbar macht, aber bei den meisten schmelzenden Metallen und Legirungen übt selbst ein feiner Oxydüberzug einen ungemein störenden Einfluß auf die Leichtbeweglichkeit oder Dünnflüssigkeit desselben, daher es denn beim Gießen die Form nur sehr unvollkommen ausfüllt.

Verbindet sich aber diese Oxydkruste mit Borax zu einer leichtflüssigen glasartigen Verbindung, so fällt die störende Einwirkung des Oxydes weg, und das schmelzende Metall vermag nun, in dem, ihm seiner Natur nach zukommenden Flüssigkeitsgrade aufzutreten. Aus diesem Grunde ist der Borax beim Gießen vieler Metalle so wie beim Löthen von Eisen, Kupfer, Silber, Gold und andern Metallen ein ganz unschätzbares und unentbehrliches Hülfsmittel.

Der Borax absorbirt das Chlorwasserstoffgas und das schwefelichtsaure Gas, aber keine andern Gasarten, und kann daher unter Umständen auch bei der Analyse von Gasarten eine nützliche Anwendung finden.

Er bildet mit Schellack, in dem Verhältniß von 1 Borax gegen 5 dieses Harzes eine in Wasser lösliche, firnißartige Verbindung.

Die Einfuhr von Borax in Großbritannien betrug im Jahre 1835, 335224 Pfund, von welcher 122022 Pfund wieder exportirt wurden. Der Zoll in England beträgt 10 ßl. auf raffinirten, 4 ßl. auf rohen Borax.

Bougie. (Bougie.) ein dünner, glatter, elastisch biegsamer Zylinder

Digitized by Google

zu medizinisch-chirurgischen Operationen, dessen Zweck besonders darin besteht, in die Harnröhre, das Rektum oder den Oesophagus eingebracht zu werden, um diese Höhlungen bei Strikturen und andern Uebeln zu öffnen oder auszuweiten. Die Erfindung dieses Instrumentes schreibt man einem portugisischen Arzte, Aldereto, zu, doch lieferte zuerst sein Schüler Amatus, im Jahre 1554 eine Beschreibung der Gestalt und des Gebrauches desselben.

Man hat sie von verschiedener Art, theils massiv, theils hohl, dabei elastisch biegsam, theils für besondere Fälle auch aus ätzenden, oder aufweichenden Mitteln geformt. Sie bestehen im Allgemeinen aus einem röhrenförmigen Gewebe von Baumwolle, Flachs, oder Seide, oder, bei massiven Bougien, aus einem Stück einer genau gearbeiteten Schnur, die mit stark eingekochtem und durch Bleiglätte trockend gemachten Leinölfirniß getränkt und überzogen, und wenn dieser Ueberzug beinah trocken ist, auf einer polirten Platte gerollt werden; wodurch ihnen die Rundung und Politur ertheilt wird.

Die folgende Anweisung zur Anfertigung der Bougies ist von Pickel. Man nimmt 3 Theile gekochtes Leinöl, einen Theil Bernstein, und einen Theil Terpentinöl, schmelzt und rührt diese Ingredienzien gut zusammen, und trägt diese Masse in drei successiven Lagen oder Anstrichen auf das Seidengewebe oder die Schnur auf. Die so überzogenen Stücke kommen nun in einen auf 65° C. geheizten Kasten oder Ofen, bleiben darin 12 Stunden lang liegen, bekommen dann wieder einen Anstrich, werden getrocknet und so fort, bis 15 oder 16 Anstriche gegeben sind, und der Ueberzug die erforderliche Dicke hat. Endlich werden sie mit Bimsstein abgerieben und mit Tripel und Oel polirt. Nach dieser Vorschrift macht man in Paris auch jetzt noch die Bougies mit einigen geringen Modifikationen, besonders mit Zusatz von ungefähr $\frac{1}{4}$ Kautschuk, um der Masse mehr Steifigkeit und Elastizität zu geben. Das Kautschuk wird zu dem Ende in feine Streifen zerschnitten, und in dem heißen Oel aufgelöst. Das Seidengewebe zu den Bougies muß nicht zu dicht gewebt sein, damit die Masse leicht und vollständig eindringen könne. Jede Lage Leinölfirniß muß vor dem Auftragen einer zweiten erst in dem Trockenofen, und dann an freier Luft trocknen; daher die Anfertigung der besten elastischen Bougies eine sehr zeitraubende Arbeit ist, und wohl zwei Monate erfordert. Die Probe einer guten elastischen Bougie besteht darin, daß man sie um einen Finger wickelt, wobei sie durchaus keine Sprünge bekommen darf; auch muß sie sich durch Anziehen der Länge nach ausdehnen lassen, und nach Aufhören des Zuges in ihre vorherige Länge zurückgehen. Hohle Bougies werden mittelst eines Dornes aus Eisendraht angefertigt, der zum bequemeren Handhaben an dem einen Ende eine ringförmige Biegung bekommt, und um welchen das Gewebe aufgewunden wird. Zu gewissen Zwecken gibt man den hohlen Bougies wohl eine innere Auskleidung von Zinnfolie.

In neueren Zeiten hat man auch Bougies ganz aus Kautschuk angefertigt, das man zu dem Ende in Schwefeläther auflöst. Bei der niedrigen Besteuerung des Alkohols in Frankreich, und dem daraus folgenden niedrigen Preise des Aethers ist diese Methode dort ausführbar; in England würde sie viel zu kostspielig sein.

Außer den eigentlichen elastischen Bougies bildet man zu gewissen Zwecken auch wohl aus verschiedenen medizinisch wirkenden Substanzen Stängelchen, die ebenfalls Bougies genannt werden, deren Anfertigung aber mehr in die Pharmazie gehört. Die Verfertigung der Bougies bildet in Paris einen eignen, wiewohl unbedeutenden Industriezweig. Besonders Feburger und Lamotte sind darin ausgezeichnet.

Branntweinbrennerei. (Destillation. E. u. F.) Dieser so wichtige Industriezweig zerfällt im Wesentlichen in drei Hauptoperationen: das Einmaischen, die Gährung und die Destillation, um die Bereitung des

Digitized by Google

Malzes nicht mitzurechnen, mit welcher sich die englischen Branntweinbrenner selten befassen. Die Kunst, den feurigen Dämon der Trunkenheit, aus seinen milderen Vereinigungen, wie sie im Wein und Bier dargeboten werden, abzutrennen, war den alten Völkern ganz unbekannt, und scheint bei den nördlichern Völkern Europas, die bei ihrem kalten, feuchten Klima eines wärmenden, stärkenden Getränkes bedurften, erfunden und erst durch die Schriften von Arnold de Villa Nova und seinen Schüler Raymund Lullius von Majorca auch den südlicheren Völkern bekannt geworden zu sein. Der letztere erklärt diese wunderbare Wein-Essenz für einen Ausfluß der Gottheit, für ein, dem menschlichen Geschlecht erst jetzt enthülltes, dem Alterthum aber vorenthaltenes Element, weil damals die Menschheit noch zu jung gewesen, als daß es, wie jetzt, bei ihren sinkenden Kräften eines Erregungsmittels bedurft hätte, und so stellte er die Behauptung auf, daß diese Entdeckung der aqua vitae, wie man den Branntwein nannte, das Absterben der Menschheit, das Ende der Welt ankündige. So sehr er aber auch hinsichtlich des Werthes dieser merkwürdigen Essenz im Irrthum war, so prophezeiete er doch schon sehr richtig den außerordentlichen Einfluß, den sie auf das menschliche Geschlecht üben würde, da sie unstreitig über die zivilisirten nicht minder, wie über die rohen Völker mehr Unheil verbreitet hat, als die unglückschwangere Büchse der Pandora.

In dem vorliegenden Artikel sollen nur die ersteren zwei der genannten Operationen abgehandelt werden; über die Destillation handelt ein besonderer Artikel.

Die deutschen und französischen Namen „Branntwein und Eau de vie" bedürfen keiner weiteren Erklärung; das englische Wort Whiskey ist aus dem Irischen Usquebaugh durch Zusammenziehung entstanden.

Der Branntwein ist eine Mischung von Alkohol, dem eigentlich wirksamen Bestandtheil, und Wasser, deren ersterer einem eigenthümlichen chemischen Prozeß, der Weingährung, seine Entstehung verdankt, die in Zucker- und stärkehaltigen Flüssigkeiten, theils ohne weiteres Zuthun, theils durch Zusatz von Hefe eintritt. Das Nähere über die Theorie dieses Prozesses ist in dem Artikel „Gährung" nachzusehen, und kann daher hier übergangen werden. Die Darstellung des Branntweins aus den gegohrnen Flüssigkeiten beruht auf der einfachen Thatsache, daß, da der Alkohol flüchtiger ist, als Wasser, er sich beim Kochen geistiger Flüssigkeiten zuerst verflüchtigt, und so von der übrigen wässrigen Flüssigkeit und den darin enthaltenen Ueberresten von den, der Gährung unterworfenen vegetabilischen Substanzen, trennen läßt. Zucker, in den meisten seiner verschiedenen Modifikationen scheint die einzige Substanz zu sein, die in Alkohol umgewandelt werden kann. Alle Früchte, Samen, oder Wurzeln, aus denen gährungsfähige Säfte oder Infusionen erhalten werden können, enthalten entweder schon fertig gebildeten Zucker oder doch Stärke, die durch eine angemessene Behandlung in Zucker übergeht. Im gemeinen Leben nennt man alle, der Weingährung unterworfenen Fruchtsäfte Wein; dagegen die durch Infusion mehlhaltiger Samen und nachfolgende Gährung erzeugten Getränke Bier, obwohl in chemischer Beziehung kein wesentlicher Unterschied zwischen Bier und Wein existirt. Ganz ähnliche, obgleich im Allgemeinen wohl weniger wohlschmeckende Getränke, lassen sich aus den Säften vieler zuckerhaltiger Wurzeln, z. B. der Runkelrüben darstellen. Wein, Zyder, Bier, gegohrne Branntweinmaische u. a. liefern bei der Destillation hinsichtlich des in dem Destillate enthaltenen Alkohols völlig identische Flüssigkeiten, die nur durch eine geringe Beimischung verschiedener ätherischer Oele oder anderer flüchtiger Riechstoffe einen verschiedenen Nebengeschmack besitzen.

Die süßen Fruchtsäfte enthalten einen eiweißstoffartigen Bestandtheil, der bei ihnen als Ferment wirkt, d. h. eine allmälig fortschreitende Gährung hervorruft; die Infusionen der Getreidekörner, selbst der ge-

Digitized by Google

malzten, dagegen gehn erst durch absichtlichen Zusatz einer eigenthümlichen, bei der Gährung selbst entstehenden Materie, der Hefe, in Weingährung über. Bei der Bereitung von Wein und Bier, die als solche getrunken werden sollen, sucht man die Gährung zu unterbrechen, bevor die ganze Menge des in dem Safte oder der Infusion enthaltenen Zuckers in Alkohol übergegangen ist, um dadurch einen süßlichen Geschmack des Getränkes zu erzielen. Auf der andern Seite darf die Gährung nie bis zu dem Grade vorschreiten, daß sie in die saure Gährung übergeht. — Bei Bereitung der gegohrnen Maische Behufs der Branntweingewinnung dagegen läßt man um möglichst viel Alkohol zu erhalten, die Gährung soweit gedeihen, bis aller Zucker sich in Alkohol umgewandelt hat, selbst wenn auch die Flüssigkeit anfangen sollte, sich in etwas zu säuern, weil eine kleine Menge Essigsäure nicht nachtheilig auf das Produkt einwirkt, ja sogar durch Bildung von etwas Essigäther den Geschmack desselben verbessert, während bei zu früh unterbrochener Gährung, der noch vorhandene Zucker wenigstens für die Branntweingewinnung rein verloren sein würde. Das Verfahren, die Stärke und den Zucker der Getreidekörner auf Branntwein zu verarbeiten, ist besonders in einer Beziehung nicht überall dasselbe. In einigen Gegenden und Ländern, so namentlich in Großbritannien, stellt man zuerst ein fast klares, wässriges Extrakt der Getreidekörner, also eine eigentliche Würze dar, die dann in Gährung versetzt wird; in anderen Ländern, z. B. in Deutschland, Holland, überhaupt den meisten übrigen Ländern des nördlichen Europa, treunt man die Flüssigkeit nicht erst von den extrahirten Theilen, sondern unterwirft die ganze, aus dem zuckerhaltigeu Extrakt und den zum Theil nach Stärke haltenden Ueberresten der Getreidekörner, bestehende Masse der Gährung und demnächst der Destillation.

Die erstere dieser Methoden liefert unstreitig ein reineres, von ätherisch-öligen Theilen freieres Produkt; daß es aber, wie Ure behauptet, auch eine größere Ausbeute an Alkohol liefern solle, ist kaum zu glauben.

Die zur Branntweinbrennerei dienlichen Flüssigkeiten und danach auch die aus ihnen gewonnenen Branntweine, lassen sich in 3 Hauptarten unterscheiden:

1. Branntwein aus zuckerhaltigen Pflanzensäften. Unter diesen steht der Zuckerrohrsaft oben an, der frisch ausgepreßt 12 bis 16 Prozent Rohzucker enthält, wie der Traubenmost, ohne Zusatz von Hefe in die geistige Gährung übergeht, und durch nachherige Destillation den Rum liefert, dessen eigenthümlicher Geschmack einem in dem Zuckerrohrsaft enthaltenen ätherischen Oel zuzuschreiben ist. Wenn man Melasse oder Syrup mit der zwanzigfachen Menge reinen, warmen Wassers verdünnt, die Mischung auf 25° C. abkühlt, hierauf $^1/_{12}$ vom Gewicht des Syrups Hefe zusetzt und der Gährung überläßt, so entsteht eine geistige Flüssigkeit von brennendem Geschmack, die durch Destillation eine Art Branntwein liefert, dem jedoch das eigenthümliche Aroma des Rums durchaus abgeht, zum Beweise, daß dieses Aroma nur dem rohen Zuckerrohrsaft angehört, und in der Hitze beim Eindampfen desselben sich verflüchtigen muß. Wenn gleich, wie gesagt, der rohe Zuckerrohrsaft schon für sich der Weingährung fähig ist, so geht diese doch so langsam und unregelmäßig von Statten, daß man durch Zusatz von etwas Hefe von einer vorhergehenden Gährung nachzuhelfen pflegt. Die Rumfabrikanten legen hierauf so vielen Werth, daß sie wollene Läppchen in die gährende Flüssigkeit einlegen, und sich mit Hefe imprägniren lassen, um diese bis zur nächsten Zuckererndte aufzubewahren, und damit die erste Gährung einzuleiten. In Jamaika und einigen andern englischen Kolonien bereitet man zum Rum eine Mischung von 200 Quart Schlempe (spent wash or lees), 24 Quart Melasse, 144 Quart Zuckerschaum (der zum Theil schon vor anfangendem Kochen von

Digitized by Google

dem Zuckerrohrsafte abgenommen wird, und reich an Aroma ist,) und 32 Quart Wasser; in welcher dann etwa $^1/_2$ der ganzen Flüssigkeit an krystallisirtem Zucker aufgelöst wird. Andere Fabrikanten, denen mehr an der Güte des Produkts, als an großer Ausbeute gelegen ist, nehmen weniger Schlempe, welche gewöhnlich einen brenzlichen Geruch hat, und die Güte des Rums beeinträchtigt. Die Gährung ist selten eher, als nach 9 Tagen zu Ende, dauert aber oft 12 bis 15 Tage. Es hängt dieß theils von der Größe der Gährfässer, theils auch von der Beschaffenheit des Inhaltes ab. Nach beendigter Gährung klärt sich die Flüssigkeit, indem die Hefe zu Boden fällt; die Entwicklung von Kohlensäure ist sehr unbedeutend, und das spezifische Gewicht sinkt von 1,050 auf 0,992 herab. Je schneller nun die Destillation vorgenommen wird, desto besser, weil sonst durch eintretende saure Gährung ein Theil Alkohol in Essigsäure übergeht, was in den Zuckerkolonien recht oft der Fall ist. Das von der ersten Destillation in einer einfachen Destillirblase gewonnene Produkt (also eine Art Lutter) wird darauf in einer kleineren Blase nochmals destillirt, und liefert so den fertigen Rum. Man gewinnt von 4800 Quart gegohrner Flüssigkeit etwa 456 Quart Rum von 0,920 spez. Gew. Jene 4800 Quart aber wiegen 12322 Pfund, und enthalten nahe $^1/_8$ ihres Gewichts an Zucker = 1540 Pfund, welche ungefähr ihr gleiches Gewicht an Spiritus von 0,920 spez. Gew. liefern, dessen Volumen gleich dem Volumen vom $\frac{1540}{0{,}92}$ = 1674 Pfund Wasser ist, also 685 Quart beträgt. Nun aber werden, wie vorhin bemerkt, nur 456 Quart gewonnen, so daß also, selbst mit Berücksichtigung unvermeidlicher Verluste, das Verfahren beim Rumbrennen doch noch als sehr mangelhaft bezeichnet werden muß.

Edwards stellt hierüber die folgende Berechnung auf: Die Gesammtmenge von Melasse (sweets), die von einem Stück Landes in Jamaika erfolgt, das 200 Fässer (hogsheads) Zucker produzirt, beträgt 16666 Gallons = 66126 Quart. Die Zuckerlösung, zu 12 Prozent Melasse, soll nun nach Edwards 137760 Quart Lutter, und diese 56860 Quart Rum (131 Puncheons à 110 Gallons) liefern.

Nach Ure's Versuchen über die Menge von Spiritus, die durch Gährung von Melasse erhalten werden können, liefert 1 Quart Melasse 1 Quart Spiritus von 0,92 spez. Gew.; daher jene 66126 Quart Melasse ebensoviel Rum ausgeben müssen, während nach Edwards nur 56860 Quart zu erlangen sind. Die Lösung dieses Widerspruchs wird noch dadurch erschwert, daß Edwards gar nicht das spezifische Gewicht des Rums angibt, von welchem er redet. Die einzige Aufklärung hierüber ergibt sich daraus, daß er der Oelprobe Erwähnung thut, d. h. daß der Rum so stark sei, daß Olivenöl gerade darin untersinkt. Da das spez. Gew. des Olivenöls = 0,919 ist, so wäre mithin der Rum in der Edwards'schen Angabe etwas stärker anzunehmen, als in der Ureschen, wonach sich der in Rede stehende Widerspruch, wenn auch nur zu einem kleinen Theile, erklärt.

Die süßen Säfte mehrerer Bäume, wie z. B. der Palme, die Milch der Kokusnüsse, der Saft des Ahorn, der Esche, Birke und anderer Bäume, geben, auf dieselbe Weise behandelt, wie der Zuckerrohrsaft, geistige Flüssigkeiten, aus welchen branntweinartige Getränke unter verschiedenen Namen, durch Destillation bereitet werden; wobei man die Annahme zum Grunde legen kann, daß je 100 Pfund fester Zucker in runder Zahl 50 Pfund Alkohol von 0,825 spez. Gew. ausgeben. Durch Gährung von mit Wasser verdünntem Honig entsteht der bei unseren Vorfahren so beliebt gewesene Meth. Gute, durch Kochen geklärte Molken geben, durch etwas Hefe in Gährung versetzt, etwa 4 Prozent Weingeist.

Der Saft von Aepfeln, Birnen, Johannisbeeren, und allen andern

Digitized by Google

süßen Früchten ist der geistigen Gährung fähig, und liefert je nach der Menge des in ihm enthaltenen Zuckers mehr oder weniger Alkohol. Der aus solchen gegohrnen Fruchtsäften durch Destillation zu gewinnende Spiritus ist ungleich besser, wenn sie schon etwas alt sind. Aus Kirschen wird an mehreren Orten das Kirschwasser dargestellt, zu welchem Ende man die völlig reifen Kirschen nebst den Steinen zwischen Walzen, oder in einer Quetschmühle mit vertikal umläufenden Steinen zerquetscht, den erhaltenen dünnen Brei geradezu in Gährung setzt, nachher die erhaltene geistige Flüssigkeit von den Trestern abzieht und destillirt. Da die Kirschkerne Blausäure enthalten, so geht diese in die gegohrne Flüssigkeit und auch in das Destillat mit über, das daher auf viele Personen äußerst nachtheilig einwirkt. Ure erzählt, daß er selbst vor längeren Jahren durch den Genuß eines Weinglases voll Kirschwasser, im Chamounithal beinahe sein Leben eingebüßt habe. Auch die reifen rothen Vogelbeeren liefern durch Gährung eine ziemlich stark geistige Flüssigkeit; nach Hermbstädt soll der Saft von 1 Scheffel dieser Frucht 12½ Pfund Alkohol geben.

Viele Wurzeln enthalten Zucker, vorzüglich die Rüben, aus welchen, besonders den Runkelrüben an 7 bis 10 Prozent Zucker erhalten werden kann. Nach Hermbstädt soll man die gedämpften Rüben mit Zusatz von ⅔ kochendem Wasser und ¹/₁₀ der Rüben Malzschrot zerquetschen und drei Stunden in einem verschlossenen Gefäße stehen lassen, hierauf die Masse durch ein Drahtsieb geben lassen, dessen Maschen ¼ Zoll im Quadrat halten, den Rückstand auf dem Siebe mit etwas kaltem Wasser abspühlen, und, wenn die Temperatur auf 25° gefallen ist, mit der nöthigen Menge Hefe stellen, und die Gährung abwarten. Nach 5 bis 6 Tagen ist die Gährung beendet, worauf dann die Destillation vorgenommen wird, die auf jede 100 Pfund Rüben ungefähr 10 bis 12 Pfund Branntwein liefert.

II. Branntwein aus Stärke haltenden Substanzen. Schon in dem Artikel „Bier" ist ausführlich von der Umwandlung der Stärke in Zucker durch den Malz- und den Maischprozeß gehandelt, und auch das Verfahren angegeben, wie aus den Getreidekörnern eine gute, gährbare Würze dargestellt wird. Ganz auf ähnliche Art können alle Stärkemehl haltenden Vegetabilien behuf der Branntweinbrennerei, wenngleich mit gewissen Abänderungen, behandelt werden. Zu diesen Materialen der Alkoholgewinnung gehören nun hauptsächlich die Getreidekörner, die Kartoffeln, und die Hülsenfrüchte, wie Bohnen, Erbsen, Wicken, Kastanien, Eicheln u. a.

1. Kornbranntwein. Alle zum Bierbrauen anwendbaren Getreidearten, als Weizen, Roggen, Gerste und Hafer, werden auch wohl, obschon nicht alle gleich häufig, zur Branntweinbrennerei verwandt, außer diesen auch Buchweizen und Mais. Die Menge des aus ihnen zu gewinnenden Alkohols richtet sich nach ihrem Gehalte an Stärkmehl, und der kleinen Menge von unkrystallisirbarem Zucker, den sie außer ihr noch enthalten. Man rechnet durchschnittlich 1 Quart Branntwein von 30 Gewichtsprozenten absoluten Alkohols auf je 2 Pfund Stärke, so daß also 100 Pfund Stärke etwa 40 Quart Branntwein von 50 Prozent Tralles geben. 100 Pfund der folgenden Getreidearten liefern an Alkohol von 0,9427 oder 45° Tralles (= ⁴⁵/₁₀₀ von engl. Normal-Spiritus) die folgenden Mengen: Weizen 40 bis 45 Pfund, Roggen 36 bis 42, Gerste 40, Hafer 36, Buchweizen 40, Mais 40; also als Durchschnittszahl aus allen etwa 40 Pfund = 4', Imp. Gallons (von 0,9427 spez. Gew.) = 3,47 Gallons engl. Normal-Spiritus. Der Hauptunterschied dieser verschiedenen Getreidearten für die Branntweinbrennerei liegt in ihrer verschiedenen Schwere bei gleichem Volumen, und den betreffenden Preisen. Denn da z. B. ein Scheffel Hafer nicht viel mehr als die Hälfte vom Gewicht eines Scheffels Weizen wiegt, so wird er, wenn der Preis nicht in demselben Verhältnisse niedriger ist, weniger vortheilhaft sein, ob er gleich einen recht guten Branntwein liefert.

Digitized by Google

Gerste und Roggen werden in den europäischen Branntweinbrennereien am meisten angewandt. Die Gerste wird entweder theilweise, oder auch gänzlich im gemalzten Zustande verarbeitet, während man Roggen oder die andern Getreidearten nicht malzt, sondern sie nur mit einer gewissen Menge Gerstenmalz einmaischt, um durch die in diesem letzteren enthaltene Diastase (M. s. diesen Artikel) die Stärke der ungemalzten Körner in Zucker umzuändern. Die Brenner halten es für besser, mehrere Getreidearten gemischt zu verwenden, als jede einzeln für sich, so z. B. Weizen mit Gerste und Hafer; oder Gerste mit Roggen und Weizen. Malzt man übrigens alle Körner, so wird die Würze oder Maische weit klarer als bei Mischungen von Malz und ungemalztem Getreide; daher denn in der Bierbrauerei durchaus nur Malz verarbeitet wird; in der Brennerei aber, wo es auf Klarheit der Maische nicht eben ankommt, gewöhnlich nicht. Wenn nur mit Gerste gebrannt wird, so nimmt man den dritten oder sechsten Theil davon als Malz; wenn dagegen Weizen und Roggen mit Gerstenmalz eingemaischt werden sollen, so reicht schon ein Achtel bis ein Sechzehntel des Letzteren hin. Hafer ist besonders nützlich, wenn er mit Weizen gemischt wird, weil er durch seine Lockerheit der ganzen Masse beim Einmaischen mehr Porosität gibt, und dem allzufesten Aufeinanderliegen der zu extrahirenden Theile entgegenwirkt. Es folgt hier ein Mengungsverhältniß, wie es in mehreren bessern schottischen Brennereien üblich ist. Zum Einmaischen von 250 Bolls (à 6 Bushels) werden genommen:

25	Bolls	Hafer, wiegend	284	Pfd.	per Boll	oder $47\frac{1}{2}$	per Bushel.
42	„	Malz „	240	„	„	40	„
25	„	Roggen „	320	„	„	$53\frac{1}{3}$	„
158	„	Gerste „	320	„	„	$53\frac{1}{3}$	„
250					durchschnittlich	$48\frac{1}{2}$	

Jedes Boll, von durchschnittlich 291 Pfund (= 282 Pr. Pfund) gibt 14 Imp. Gallons (= $55\frac{1}{2}$ Quart) von der Normal-Stärke = 0,920, oder 11,2 Gallons, von 25 über Probe.

Das Verfahren beim Malzen behuf der Branntweinbereitung ist ganz dasselbe, wie bei der Brauerei; nur muß das Malz schwach gedarrt werden, am besten auf einer Dampfdarre, weil jedes braune, oder auch nur bräunliche Malz dem Branntwein einen unangenehmen brenzlichen Nebengeschmack ertheilt. Für solche Konsumenten, die beim Branntwein einen Geruch nach brennendem Torf lieben, der im Schottischen Peat-reek heißt, darrt man das Malz bei Torffeuerung, wodurch dieser Geruch auch auf den Branntwein übergeht. Dieser Geruch diente früher als ein Zeichen, daß ein Branntwein ganz aus Malz bereitet, und mit besonderer Sorgfalt destillirt war, hat aber in neueren Zeiten dadurch seinen Werth verloren, daß man gelernt hat, auch den schlechtesten Branntwein mit Torfrauch zu imprägniren.

Das Malzen von Mais, wo dieser zur Branntweinbrennerei verwandt werden soll, geschieht ganz so, wie es in dem Artikel „Bier" beim Malzen der Gerste ausführlich beschrieben ist. Nach Hermbstädt dagegen soll man am besten thun, das Mehl von ungemalztem Mais mit Gerstenmalzschrot einzumaischen. Eine vollständigere Aufschließung aber hofft Ure nach der Siemensschen Methode beim Kartoffelbrennen, die weiter unten beschrieben werden soll, zu erzielen.

a. Das Einmaischen. Rohe Gerste und überhaupt alle ungemalzten Getreide werden auf gewöhnliche Art zu Mehl gemahlen, Malz dagegen zwischen Walzen nur gröblich zerdrückt. Wenn man nur ein Zehntel oder ein Achtel von der Gerste als Malz, die übrigen neun Zehntel, oder sieben Achtel aber ungemalzt verarbeiten will, so ist es gut, etwas Haferspreu zuzusetzen, um die Masse beim Einmaischen mehr aufzulockern.

Beim Einmaischen geht man folgendermaßen zu Werke: Gesetzt es

Digitized by Google

sollten 40 Bushels (26¼ Scheffel) Gerste mit 20 Bushels (13¼ Scheffel) Malz eingemaischt werden, so mischt man sie in dem Maischbottig mit 6 bis 700 Gallons (2400 bis 2800 Quart) Wasser von 54°, und arbeitet das Ganze mit hölzernen Krücken, oder in großen Brennereien durch besondere Maschinerien auf das sorgfältigste durch. Eine sehr zweckmäßige Maschine der Art ist in dem Artikel „Bier" beschrieben. Mit dieser Arbeit fährt man wohl zwei bis drei Stunden fort, setzt aber während dem noch 1600 Quart Wasser von 88° hinzu, um die Abkühlung der Masse zu verhindern. Seitdem jedoch durch Entdeckung der Diastase der bei dem Einmaischen vor sich gehende Prozeß erklärt, und es nachgewiesen ist, daß die Zuckerbildung am zweckmäßigsten bei einer Temperatur von 70° bewirkt wird, sollte man das Einmaischen wo möglich immer in, mit Dampf umgebenen, und dadurch auf der genannten Temperatur erhaltenen Maischbottigen vornehmen.

Wenn man hiebei von Zeit zu Zeit die Maische untersucht, so bemerkt man, daß sie immer süßer und dabei dünner, zugleich aber doch in der That spezifisch schwerer wird.

Hat sie ihre größte Dichtigkeit erlangt, die selten über 150 Pfund, geht, d. h. eine solche Dichtigkeit, daß das Faß Maischflüssigkeit 360 + 150 Pfund, (ein Faß reines Wasser zu 360 Pfund gerechnet) wiegt, (m. s. d. Art. Bier) daß also das spez. Gewicht $\left(\frac{360+150}{360}\right) = 1{,}42$ beträgt, so zieht man sie von den Trebern ab.

Da die, größtentheils ungemalzten Körner des Branntweinbrenners keine so lockere Masse bilden, wie die des Brauers, so läßt sich die Flüssigkeit nicht gut von unten, durch den Boden des Bottigs abziehen; man hat daher gewöhnlich die Einrichtung, daß die Würze durch eine, an der einen Seitenwand des Bottigs, im Innern desselben angebrachte vertikale Röhre, die bis zur Tiefe von etwa ¼ des Bottigs vielfach durchlöchert ist, abgelassen wird. Hat man hiedurch etwa ¼ der Infusion abgezogen, so gibt man eben so viel frisches Wasser von 88° wieder zu, rührt es eine halbe Stunde lang, läßt es dann anderthalb Stunden lang in Ruhe, und zieht, wie vorher, ein Drittel ab. Dieser zweite Aufguß erfordert noch etwa 1600 Quart Wasser, worauf dann zuletzt noch 2800 Quart siedendheißes Wasser aufgegossen, das Ganze sorgfältig durchgerührt und nach einigem Stehen das Wasser abgezogen wird. Dieses letzte Nachspühlwasser wird bei einer nächstfolgenden Maischung statt reinen Wassers zum Einmaischen verwandt.

Die englischen Branntweinbrenner sind gesetzlich verpflichtet, ihre weingahre Würze nicht unter einem spez. Gewicht von 1,050, und nicht über 1,090 in den Gährbottig zu geben; die schottischen und irischen Brenner nicht unter 1,030 und nicht über 1,080, woher denn die Ausdrücke: gravity 50, 90, 30 und 80. Die nach unserm Beispiel in dem angegebenen Gewichtsverhältniß aus Malz, Gerste und Wasser erhaltene erste Infusion enthält 20 Prozent feste Theile, oder 73 Pfund per Faß; das spez. Gewicht ist = 1,082, die zweite 50 Pfund per Faß oder 14 Prozent, beide zusammen würden 61, 2 Pfund per Faß oder 17 Prozent enthalten, und demnach ein spezifisches Gewicht = 1,070 besitzen.

Die zur Darstellung einer gewissen Menge von Branntwein erforderliche Menge und Stärke der Würze anlangend, so ergibt es sich aus genauen Beobachtungen, daß auch bei der bestgeleiteten Gährung nicht über ⅔ der in den Materialien enthaltenen Stärke und des Zuckers wirklich in Alkohol übergeht. Jede 2 Pfund zersetzte Stärke geben durchschnittlich 1 Pfund Alkohol von 0,825, und da jedes Quart Spiritus von 0,909 1,13 Pfund Alkohol von 0,825 enthält, so sind also 2 × 1,13 also 2,26 oder sehr nahe 2¼ Pfund Stärke erforderlich, um 1 Quart Spiritus von 0,909 spez. Gew. oder nahe 62° Tr. darzustellen.

Einige Brenner geben noch einen vierten Aufguß von heißem Wasser,

Digitized by Google

und verwenden die beiden letzten Infusionen beim nächstfolgenden Einmaischen.

Die nach dem Verfahren der Branntweinbrenner aus rohem Getreide mit Zusatz von einem Theil Malz erhaltene Maische ist weit mehr zum Sauerwerden geneigt, als Bierwürze, die blos aus Malz bereitet wird, daher denn das schnelle Kühlen der Maische ein Umstand von größter Wichtigkeit ist. Die verschiedenen Kühlvorrichtungen sind in den Artikeln „Bier" und „Abkühlen" nachzusehen. Beim Kühlen der Maische schlägt sich eine gewisse Menge stärkeartige Materie nieder, die beim Einmaischen der Umwandlung in Zucker entging. Diese wird mit in den Gährbottig gegeben, und scheint auch der Gährung mit zu unterliegen, mithin die Ausbeute an Alkohol zu erhöhen.

Während des Winters, Frühjahrs und Herbstes, wo die Brennereien am stärksten arbeiten, geschieht das Stellen der Maische bei etwa 21°. Ist noch viel unzersetzte Stärke in der Maische vorhanden, so ist es besser etwas kälter, bei etwa 18° zu stellen, weil die Umwandlung dieser Stärke in Zucker besonders durch eine langsame Gährung befördert zu werden scheint. In einigen deutschen Brennereien setzt man der Maische wohl etwas Kreide zu, um das Sauerwerden zu verhüten.

b. Die Gährung. Als Ferment wendet man in London die beste Oberhefe der Porterbrauereien an. Zu je 2 Bushels (1¼ Scheffel) Mehl und Malz sind ungefähr 4 Quart Hefe erforderlich, von welchen man aber zu Anfang nur einen Theil, und den Rest nach und nach am zweiten und dritten Tage zusetzt. Sollte hiedurch die Gährung noch nicht in gehörigen Gang kommen, so gibt man auch am vierten Tage noch ein wenig Hefe zu, und rührt wohl die Maische einmal durch. Zum Stellen einer aus 60 Bushels (circa 40 Scheffel) Mehl und Malz erhaltenen Quantität Maische sind 32 bis 36 Quart Hefe erforderlich, die im Verlauf der ersten 4 Tage zugegeben werden; oder man läßt auch wohl den Hefezusatz am dritten Tage weg und gibt den ganzen Rest am vierten Tage zu. Die Brenner beobachten hinsichtlich der Zeitintervalle, wo sie die Hefe zusetzen, zum Theil mit vielem Eigensinn ihre bestimmten Regeln, ohne sich, wie dies weit richtiger wäre, dabei nach dem Gange der Gährung zu richten. Während der ersten fünf Tage läßt man die Gährbottige ganz offen, deckt sie aber später ziemlich dicht zu, um die Flüssigkeit so viel wie möglich mit Kohlensäure gesättigt zu erhalten, die als eine Art Ferment zur Belebung der Gährung mit beiträgt. Da beim Fortschreiten der Alkoholbildung das spezifische Gewicht der gährenden Flüssigkeit mehr und mehr abnimmt, so hält sich nur wenig Hefe auf der Oberfläche schwimmend, und was sich etwa darauf ansammelt, wird absichtlich wieder untergerührt, um zur Unterhaltung der Gährung beizutragen. Bis zum Ende des vierten Tages steigt die Temperatur, wo sie ihren Höhepunkt von etwa 14° C über der anfänglichen Temperatur erreicht. Der Zeitpunkt der höchsten Wärme und der Wärmegrad selbst hängen von der Qualität der Hefe, der Beschaffenheit der Maische und der Witterung ab. Sehr wahrscheinlich ist es, daß hiebei nicht allein die Temperatur der Luft, sondern auch ihr elektrischer Zustand in Betracht kommt, denn der große Einfluß der Gewitter auf das Sauerwerden alkoholhaltiger Flüssigkeiten ist ja bekannt. Eine genauere wissenschaftliche Untersuchung über den Einfluß der Elektrizität auf die Gährung würde gewiß zu interessanten und auch technisch wichtigen Resultaten führen. Die Abnahme des spezifischen Gewichts der gährenden Flüssigkeit wird von den Branntweinbrennern genau beobachtet, und dient als ein sehr brauchbares Merkmal zur Erkennung des Fortganges der Gährung. Dieses Leichterwerden, im Engländischen Attenuation genannt, rührt zum Theil von dem Verschwinden des Zuckers, dem die Flüssigkeit ihr größeres spez. Gewicht verdankte, theils aber auch von der Entstehung einer neuen, spezifisch leichten Flüssigkeit, des Alkohols, her. Wenn der gesammte Zucker- und Stärke-

Digitized by Google

gehalt der Würze in gasförmige Verbindungen überginge, so würde nach der Gährung nichts als reines Wasser zurückbleiben; da aber ein Theil ganz unzersetzt bleibt, und der zersetzte Theil theils in entweichende Kohlensäure, theils in zurückbleibenden Alkohol übergeht, so ist die theoretische Berechnung der Abnahme des spezifischen Gewichts ein ziemlich komplizirtes Problem, insofern der rückständige Zucker eine Vermehrung, der gebildete Alkohol dagegen eine Verminderung des spezifischen Gewichtes zur Folge hat; ja bei einem gewissen Gehalte an Alkohol und Zucker kann die Flüssigkeit genau ein spezifisches Gewicht = 1 haben. Wäre es möglich, den Alkohol in dem Maße, wie er sich bei der Gährung erzeugt, beständig abzuziehen, so würde wahrscheinlich eine größere Ausbeute erzielt werden, weil der Alkohol gährungwidrig einwirkt, und selbst, wenn er sich bis zu einem gewissen Grade in der Flüssigkeit angesammelt hat, die Gährung gänzlich unterbrechen kann. Wenn die Maische im Gährbottig bis zu dem Hohepunkt der Temperatur gelangt ist, so ist die Alkoholbildung auch größtentheils zu Ende; könnte man nun den Alkohol durch ein angemessenes Mittel abscheiden, so würde die Gährung wahrscheinlich mit neuer Energie fortschreiten, und auch den Rest der Zuckertheile in Alkohol umwandeln.

Bei der Gährung einer mit rohen Getreidekörnern dargestellten Maische kommt das spez. Gewicht selten auf 1,0 herunter, sondern bleibt gewöhnlich auf 1,002 oder gar 1,004. Nach Beendigung der Weingährung tritt bald die saure Gährung ein, wobei wieder ein Theil des Alkohols in Essigsäure übergeht, was sich theils an der Zunahme des spezifischen Gewichts, theils an dem sauren Geschmack und der sauren Reaktion auf Lackmuspapier zu erkennen gibt, die auch nach dem Erwärmen des Papiers bleibt, zum Beweise, daß die Röthung desselben nicht etwa von der Kohlensäure herrührt.

Die Gährung geht viel gleichförmiger und vollständiger in großen Massen vor sich, als bei Versuchen im Kleinen, weil sich im erstern Falle die Temperatur viel gleichförmiger erhält, als dies durch künstliche Mittel füglich erreichbar ist; doch lassen sich auch kleinere Quantitäten von 3 bis 400 Quart schon recht gut in Gährung halten, wenn man das Gefäß mit einer spiralförmig gewundenen Röhre versieht, und diese durch Hindurchleiten von warmem Wasser erwärmt.

Seit den in den Jahren 1825 und 26 getroffenen Aenderungen in der Branntweinbesteuerung, nach welchen es erlaubt ist, die Würze auch bei geringerer Schwere, als die oben angeführte, zu stellen, ist die Ausbeute an Alkohol aus gleicher Kornmenge bedeutend gestiegen, selbst bis zu 20 Gallons per Quarter (also 15 Quart per Scheffel) und dagegen der Bedarf an Malz vermindert; denn während man früher $^3/_4$ Malz auf $^1/_4$ ungemalzter Gerste, oder $^2/_3$ Malz auf $^1/_3$ Gerste anwandte, konnte man jetzt mit $^1/_3$ Malz, ja selbst mit $^1/_{10}$ oder gar $^1/_{15}$ ausreichen.

Es wurde vor nicht langer Zeit die Frage aufgeworfen, ob und in wie weit eine mit rohem Getreide angefertigte Würze wohl von selbst in Gährung übergehen würde? Im Auftrage der Steuerbehörde wurden von Ure hierüber Versuche angestellt, unter welchen er besonders den folgenden hervorhebt: 3 Bushels gemischten Getreides, nämlich 2 Bushels Gerste, $^1/_2$ Bushel Hafer und $^1/_2$ Bushel Malz wurden auf einer Handmühle gröblich gemahlen, in einem ganz neuen Bottig mit 24 Gallons Wasser bei 68° eingemaischt. Die erhaltene Maischflüssigkeit betrug 18 Gallons, zeigte 1,0465 am Aräometer, und 28° C. Sie wurde in einem ganz neuen Bottig der Gährung überlassen, ohne ihr jedoch Hefe zuzusetzen. Schon nach Verlauf von 12 Stunden war die Gährung eingetreten, und nach vier Tagen war das spezifische Gewicht schon auf 1,012 herabgekommen, wo sie dann destillirt wurde, und 3,22 Gallons Lutter, und aus diesem 3,05 Gallons Probespiritus lieferte.

Digitized by Google

Nach den Tabellen über Dichtigkeitsabnahme und Alkohol-Gehalt gährender Maischen hätten 3,31 Gallons erhalten werden müssen.

2. Malzbranntwein. Das Verfahren, so wie das Produkt der Malzbrennereien weicht in gewisser Beziehung von dem der Branntweinbrennerei aus rohem Getreide ab. Ein bestimmtes Beispiel wird das Verfahren am besten erläutern. Um 500 Bushels (= 333 Scheffel) Malz zu verarbeiten, wird das gemahlene Malz mit 9000 Gallons (= 36000 Quart) Wasser von 71° eingemaischt, und 2400 Quart Würze in den Kühlapparat abgezogen, nach dem Abkühlen auf 20° in den Gährbottig gelassen und mit 3 bis 4 Prozent einer Mischung von Londoner Porterbefe mit frischer schottischer Hefe gestellt. Nach Verlauf von zwei bis drei Tagen ist die Gährung in der Regel zu Ende. Das von dem ersten Aufgusse rückständige Schrot wird mit 18 bis 20000 Quart Wasser von 82° infundirt, die nach gehörigen Durcharbeiten und Verweilen über dem Schrot, davon abgezogen werden. Es folgt nun noch ein dritter Aufguß von 18000 Quart Wasser, der nach dem Ablaufen mit dem zweiten Aufguß gemischt wird. Beide zusammen, also 36000 Quart, werden den nächsten Tag auf 71° erwärmt, und zum Einmaischen einer neuen Portion von 333 Scheffel Malz verwandt. Bei der Gährung kommt das anfängliche spezifische Gewicht der Würze = 1,065 auf 1,000 herab.

Die Destillation wird in zwei Blasen vorgenommen, jede von etwa 3200 Quart Inhalt, und mit einer drehbaren Rührvorrichtung mit einer Kette versehen, um das Ansetzen und Anbrennen zu vermeiden. Zu je 5200 Quart gegohrner Maische setzt man 8 Pfund Seife. Der bei der ersten Destillation gewonnene Lutter wird nun in einem besondern Destillirapparate einer zweiten Destillation unterworfen, gewöhnlich. Der zuerst und zuletzt übergehende Branntwein hat ein blauliches oder milchiges Ansehen und fuseligen Geschmack, und wird besonders aufgefangen, während die größte, in der mittleren Periode übergehende Menge, die in einer gut geleiteten Brennerei ¾ bis ⅘ des ganzen Branntweins beträgt, als guter Branntwein zum Verkauf kommt. Der fuselige Vor- und Nachlauf wird unter Zusatz von vielem Wasser umdestillirt, um so das Fuselöl abzuscheiden. Als zweckmäßigste Vorrichtung zum Beseitigen dieses, ebenso widerlichen, wie schädlichen Fuselöls gleich bei der Destillation empfiehlt Ure die in dem Artikel „Destillirapparate" näher beschriebene Vorrichtung eines sich selbst regulirenden Bades zwischen dem Helm und der Kühlvorrichtung. Die Helme der gewöhnlichen schottischen Destillirapparate sind an 15 bis 20 Fuß hoch, um das Ueberkochen der Maische zu verhüten; dennoch sucht man, besonders zu Anfang der Destillation, durch Anklopfen mit einem Stock an den kupfernen Helm, durch den dabei entstehenden Klang sich zu überzeugen, ob er leer, oder mit Schaum erfüllt, und also Gefahr des Ueberschießens vorhanden ist, um bei Zeiten das Feuer zu mäßigen, zu welchem Ende man eine eigene Brause in Bereitschaft hat, die durch einen ledernen Schlauch mit einem in einiger Höhe angebrachten Wasserbehälter in Verbindung steht.

Zur Bereitung von sehr reinem Branntwein oder Spiritus wird eine dritte, und selbst eine vierte Destillation vorgenommen, wobei man jedesmal eine Portion Wasser zusetzt, ohne welches das Destillat einen scharfen, brennenden Geschmack annimmt.

Ein Unterschied zwischen der Behandlung von rohem Getreide und reinem Malz liegt nach den Erfahrungen geübter Branntweinbrenner in der angemessensten Temperatur beim Einmaischen. Während nämlich bei rohem Getreide diese Temperatur nicht über 60° betragen darf, kann man sie beim Malzbrennen ohne Nachtheil und selbst mit Vortheil auf 74 bis 77° steigen lassen.

Beim Brennen aus reinem Malz rechnet man 2 Gallons (8 Quart) Branntwein von der Normalstärke = 0,920 auf dem Bushel (nahe ⅔

Digitized by Google

Scheffel) Malz von mittlerer Güte. Die höchste Ausbeute ist wohl 10 Quart.

Wenn der Preis des Malzes per Bushel 5 Sh. beträgt (der Scheffel also 2 Rthr. 12 ggr.), so kommen 6 Bushels auf 30 Sh. zu stehen, und liefern 12 Gallons Branntwein von Probe; dieser kostet demnach (das bloße Malz gerechnet) 2 Sh. 6 d. das Gallon. Dazu kommen 3 d. Malzsteuer per Bushel, die nicht vergütet werden, also $1\frac{1}{2}$ d. auf das Gallon Branntwein, hiezu nun noch die schottische Branntweinsteuer von 3 Sh. 4 d. per Gallon, gibt also 5 Sh. $11\frac{1}{2}$ d. Rechnet man dazu die Fabrikationskosten an Brennmaterial, Hefe, Arbeitslohn, Zinsen u. s. w., die sich auf etwa $8\frac{1}{2}$ d. per Gallon belaufen mögen, und bringt dagegen 3 d. in Absatz, die der Verkauf der Schlempe und der Träber einbringt, so belaufen sich die Gesammtkosten, mit Ausnahme der Zinsen des Betriebskapitals, in Schottland auf 6 Sh. 5 d. per Gallon oder nahe 16 ggr. das Quart.

Die Temperatur steigt bei der Gährung von reiner Malzwürze zuweilen auf 35°, was jedoch nur in seltenen Fällen vorkommt, und jedenfalls nachtheilig ist. Wenn die Bläschen der Kohlensäure in raschem Aufsteigen schnell auf einander folgen, so sieht man dies allemal als ein gutes Zeichen an. Ist der Gährbottig nur klein, und steht er noch dazu an einem kühlen Orte, so muß er bei höherer Temperatur gestellt werden, als im entgegengesetzten Fall; läßt man die Gährung einmal aus ihrem guten Fortgange kommen, so ist es in der Regel ein fruchtloses Bemühen, sie wieder in lebhaften Gang zu setzen. Einige Brenner suchen sich in diesem Fall dadurch zu helfen, daß sie in einem kleinen Bottig eine Portion Würze, durch Zusatz von sehr vieler Hefe in lebhafte Gährung versetzen, und diese dann als Gährungsmittel der Hauptmasse zu geben; gewöhnlich jedoch ohne erheblichen Erfolg. Auch ist es gesetzwidrig, später, als höchstens 24 Stunden nach dem Stellen noch Würze auf den Gährbottig zu geben, so daß die Benutzung dieses Hülfsmittels den Brenner sogar in Strafe bringen kann.

Nach den englischen Gesetzen ist es nicht erlaubt, daß eine und dieselbe Person zugleich eine Branntweinbrennerei und eine Brauerei betreibt, es müßte denn sein, daß abwechselnd in einer Woche gebrauet, in der andern Woche gebrannt würde, was erlaubt ist.

Wenn man eine reine Zuckerlösung mit guter Hefe gähren läßt, so kann das spez. Gewicht wohl bis auf 0,984 bis 0,982 herabkommen, oder nach der Sprache der Steuerofficianten auf 16 bis 18 unter Wasser. Vor etwa 30 Jahren, wo man wegen Mißerndte sich genöthigt sah, Zucker auf Branntwein zu verarbeiten, kam der eben erwähnte Fall einer Attenuation bis auf 0,984 im Großen vor.

Im Jahre 1831 wurde Ure von einer Kommission des Unterhauses zu Versuchen über die Anwendung von Melasse in der Brauerei und Branntweinbrennerei veranlaßt, unter welchen auch der folgende vorkam: 1 Zentner Rohzucker wurde im Wasser gelöst, so daß 298 Quart Flüssigkeit, inclusive 8 Quart Hefe entstanden. Das spez. Gewicht derselben betrug 1,0593. Diese wurde der Gährung überlassen, und zeigte nach Verlauf von 6 Tagen nur noch 0,992 spez. Gewicht oder 8 Grad unter Wasser. In Betracht der Umstände, besonders der kleinen Quantität gährender Flüssigkeit dürfte dies schon ein recht günstiges Resultat genannt werden. Bei der Destillation wurden daraus 14,875 Volumprozente Probespiritus gewonnen, also $44\frac{1}{4}$ Quart von den angewandten 100 Pfd. Zucker. Als die Branntweinbrenner zuerst anfingen, aus Zucker zu brennen, erhielten sie nur etwa $40\frac{1}{3}$ Quart, späterhin aber selbst $47\frac{1}{2}$.

Ein anderer, aus derselben vorhin erwähnten Veranlassung von Ure angestellter Versuch über die Gährung westindischer Melasse war folgender: 150 Pfund Melasse wurden in Wasser gelöst, und mit 2 Gallons Hefe, die nahe 20 Pfund wogen, gemischt. Die Flüssigkeit betrug so

Digitized by Google

70 Gallons (280 Quart), und zeigte bei 15° ein spez. Gewicht von 1,0647. Nach zweitägiger Gährung war dasselbe auf 1,0055, nach drei Tagen auf 1,0022, nach fünf Tagen auf 1,001 gefallen. Die Temperatur stieg bei der Gährung auf 27 bis 32°, und wurde während der letzten beiden Tage mittelst einer Dampfröhre auf derselben Höhe erhalten. Es wurden 11,35 Gallons (45¼ Quart) Spiritus gewonnen. In jenen 150 Pfund Melasse waren, nach einem Gegenversuch 112 Pfund feste Theile, größtentheils in unkrystallisirbarem Zucker bestehend, enthalten, und da nach den Steuerverordnungen 112 Pfund Zucker als Aequivalent von 11¼ Gallons Probespiritus angenommen werden, so können sich beide Angaben gegenseitig zur Bestätigung dienen. Der Grund der geringen Minderausbeute bei dem Ure'schen Versuch mag darin liegen, daß die Melasse nicht aus reinem Zucker besteht, sondern noch extraktive und andere Theile aus dem Zuckerrohrsaft enthält.

Die wahrhaft inquisitorische Beaufsichtigung der englischen Branntweinbrennereien könnte den Fremden wohl zu dem Glauben veranlassen, als fühlten sich die englischen Gesetzgeber von dem Wunsche durchdrungen, die Fabrikation dieses unheilbringenden Getränkes, das besonders die niedern Klassen mehr und mehr demoralisirt, durch jede erdenkliche Art von Verdrießlichkeiten und Plackereien zu erschweren und zu unterdrücken. Aber leider darf man ihnen keine so edlen und philantropischen Motive unterschieben. Nur die Nothwendigkeit, die ungeheuren Staatslasten durch entsprechende ungeheure Einnahmen zu decken auf der einen Seite, auf der andern die unausgesetzten Bemühungen der Einzelnen, sich durch listige Mittel der Zahlung der hohen Steuern zu entziehen, sind es, die diesem Regime zum Grunde liegen. Die Steueroffizianten liegen fortwährend in den Branntweinbrennereien, um genau alles auszukundschaften, was in ihnen vorgeht. Schon um 6 Uhr Morgens gehen sie in die Brennereien, um ihre Messungen vorzunehmen und Berechnungen zu machen, worauf mehrere Stunden vergehn. Um 10 Uhr kommen sie wieder, um Alles noch einmal genau nachzusehen, und bleiben dabei sehr häufig, bis sie um 2 Uhr von einem andern Offizianten abgelöst werden; um 6 Uhr Abends findet eine abermalige Visitation Statt, endlich um 10 Uhr kommt wieder ein anderer Offiziant, der erst um 6 Uhr Morgens wieder abgelöst wird. Außer diesen regelmäßigen Besuchen, die sich alle vier Stunden wiederholen, finden aber auch noch unbestimmte, häufige Visiten von Seiten des Aufsehers und des Oberaufsehers Statt. Smith, der große Brenner von Whitechapel, sagt darüber: „Nie kommen wir aus ihren Händen.“ Bevor das gegohrne Gut in die Blase gepumpt wird, mißt der Steueroffiziant genau die Menge desselben nach dem leergewordenen Raume des Gährbottigs, aus welchem nämlich die weingährе Maische nicht unmittelbar in die Blase, sondern erst in einen Maischbehälter (wash charger) gepumpt wird; worin eine nochmalige Messung vorgenommen wird. Wenn nun die letztere Messung eine größere Zahl gibt, als die erstere, oder wenn umgekehrt sich aus der Messung des Gährbottigraums ein größeres Quantum ergeben hat, so gilt bei der Besteuerung allemal das größere Quantum. Ist nun sämmtliche Maische in den Maischbehälter gebracht, so öffnet der Steueroffiziant den Hahn, um sie in die Destillirblase einfließen zu lassen. Dieser, so wie die übrigen Hähne der Destillirblase sind unter Schloß, und können nur von dem Steueroffizianten geöffnet werden; dasselbe findet bei der Maischpumpe Statt. Der von der ersten Destillation erfolgende Lutter läuft in ein unter Schloß stehendes Faß, damit der Steueroffiziant auch dessen Menge genau ausmitteln kann; die dann mit der Menge der Maische gehörig quadriren muß. Der Lutter wird dann durch eine zu diesem Zweck geöffnete, sonst unter Verschluß stehende Pumpe in das zum Auffüllen auf die Blase dienende zweite Lutterreservoir (low-wine charger) welches ebenfalls verschlossen ist, und worin eine aber-

Digitized by Google

malige Messung vorgenommen wird, gepumpt, worauf der Lutter in die Blase zum Weinen gelassen wird. Der von dieser Destillation erfolgende Branntwein fließt in ein ebenfalls verschlossenes Faß ab, worin er sowohl dem Raume wie der Stärke nach gemessen wird. Der Vor- und Nachlauf werden, wie schon oben bemerkt, besonders aufgefangen, und bei dem Weinen der nächsten Portion Lutter mit zugesetzt; der hiebei übergehende Vor- und Nachlauf werden wieder bei der nächsten Destillation mit zugenommen, und so fort, bis endlich alle Gefäße der Brennerei leer sind; worauf denn nach der Menge des erhaltenen Branntweins, die mit den vorhergegangenen Messungen und Bestimmungen in dem erforderlichen Einklange stehen muß, die Steuer berechnet wird.*)

Verfertigung des Genever. (Gin oder Dutch gin) von Genièvre, der französischen Benennung des Wachholders (juniperus), so genannt, mit dessen ätherischem Oel er parfumirt wird. Ein Zentner Malzschrot wird mit 2 Zentner Roggenmehl und ungefähr 1800 Quart Wasser von 71° zwei Stunden lang eingemaischt. Die Maische wird mit kaltem Wasser bis auf ein spez. Gewicht von 1,047 verdünnt, und bei 27° gestellt, wobei man 4 bis 8 Quart Hefe zusetzt. Die Gährung wird bald so lebhaft, daß die Temperatur auf 32° und selbst noch höher steigt, hält aber nicht lange an, sondern ist gewöhnlich in zwei Tagen zu Ende, wo dann das spez. Gewicht noch einem Zuckergehalt von 12 Pfund per Faß entspricht. Man nimmt hiebei an, daß bei diesem unvollkommnen Gährungsprozeß, wie er auch in den Smuggelbrennereien der schottischen Hochländer vor sich geht, sich wenig oder kein Fuselöl aus den Hülsen der Getreidekörner der Maische beimischt; diese daher reiner ausfällt. Die gesammte Maische mit Inbegriff der Träber wird nun geluttert, demnächst geweint, und hierauf noch einmal mit Zusatz von Wachholderbeeren und Hopfen umdestillirt. Zuweilen gibt man die Wachholderbeeren gestoßen schon vor der Gährung zu. Die Menge des erzielten Produkts beträgt bei der so unvollkommnen Gährung wahrscheinlich wenig über die Hälfte von dem, was bei rationellerm Betriebe gewonnen werden könnte. Aber bei dem niedrigen Arbeitslohn und den niedrigen Kornpreisen, so wie dem reinen Geschmack des Schiedamer Genever, können die holländischen Geneverbrenner dennoch mit gutem Vortheil ihr Geschäft betreiben. Ganz im Widerspruch zu der so eben erwähnten Thatsache behauptet Dubrunfaut, daß in Holland fast ¼ mehr an Spiritus gewonnen wird, als in Frankreich, weil zum Einmaischen sehr kalkhaltiges Wasser genommen werde. Wäre dies gegründet, so brauchten die Brenner anderer Länder nur eine Portion Kreide in ihre Maischbottige zu geben, um ¼ mehr Branntwein zu erzeugen. Die ganze Behauptung beruht aber offenbar auf einem Irrthume.

In den Weinländern benutzt man die geringeren Weinsorten, verdorbene Weine, und eine eigens aus Weintrestern bereitete Maische zur Destillation des Franzbranntweins oder Cognacs (brandy.) Dieser Branntwein unterscheidet sich von Kornbranntwein durch einen geringern Gehalt an ätherischem Oel, der noch dazu einen viel weniger unangenehmen Geruch besitzt, als das Fuselöl des Kornbranntweins. (M. s. „Franzbranntwein.“)

Nach Berzelius sollen sich einige Brenner das höchst strafbare Verfahren zu Schulden kommen lassen, beim Destilliren etwas weißen Arsenik in die Blase zu geben, wodurch dann auch der Branntwein gewöhnlich etwas arsenikhaltig wird. Man erkennt einen Arsenik-Gehalt dadurch, daß man ein wenig Salzsäure zusetzt, den Alkohol durch fortgesetztes Kochen austreibt und nun einen Strom Schwefelwasserstoffgas durch die Flüssigkeit leitet, wodurch der charakteristische gelbe Nieder-

*) Thomas Smith von Whitechapel Road in seinem Bericht an die Melasse-Kommission, Th. 2, pag. 149.

Digitized by Google

schlag von Schwefelarsenik entsteht. In England ist dieser unsinnige Zusatz ganz unbekannt. Ein Kupfergehalt, der allerdings nicht selten vorkommt, und wohl hauptsächlich durch Einwirkung der Fettsäuren der zugesetzten Seife auf das Kupfer der Destillirgeräthschaft in den Branntwein gelaugt, gibt sich bei ähnlicher Behandlung durch einen schwarzen Niederschlag zu erkennen, oder durch einen rothbraunen Niederschlag mit Blutlaugensalz.

Wenn verdorbenes Getreide auf Branntwein verarbeitet wird, so zeigt sich eine eigenthümliche ölige Substanz, die nicht mit dem gewöhnlichen Fuselöl verwechselt werden darf. Wenn man solchen Branntwein mäßig erhitzt und darauf riecht, so wird nicht nur die Schleimhaut der Nase, sondern es werden auch die Augen stark gereitzt. Der Geruch hat Aehnlichkeit mit einer weingeistigen Cyansolution. Ein solcher Branntwein wirkt weit berauschender als gewöhnlicher von gleicher Stärke, und kann selbst temporairen Wahnsinn, und Störungen des Organismus zur Folge haben. Diese Substanz ist übrigens nicht Cyan, ungeachtet der Aehnlichkeit des Geruches, denn sie geht keine von den Verbindungen ein, die das Cyan bildet. Man kann sie aus dem Alkohol durch Schütteln mit einem fetten Oel, und nachherige Destillation des Oeles mit Wasser isolirt darstellen. Nach Verlauf von 3 bis 4 Monaten verliert sich dieser Körper größtentheils aus dem Alkohol, selbst in fest verschlossenen Gefäßen, offenbar durch Selbstzersetzung. In wässriger Lösung hält er sich weit länger.

Setzt man gutem fuselfreien Branntwein eine geringe Menge Essigäther zu, so nimmt er einen, dem Franzbranntwein nicht unähnlichen Geruch und Geschmack an. In derselben Absicht zieht man den Branntwein auch wohl über zerquetschten Pflaumen, oder den Trabern von der Cognacbereitung ab.

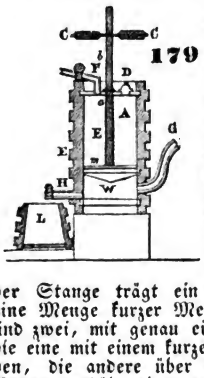
3. Kartoffelbranntwein. Eine in neueren Zeiten sehr in Aufnahme gekommene, in England jedoch noch wenig gebräuchliche Art der Branntweingewinnung. Gute gesunde Kartoffeln enthalten etwa 25 Prozent feste Theile, die wieder zu ungefähr $^3/_4$ aus Stärkemehl bestehen; so daß 100 Pfund Kartoffeln etwa 16 bis 20 Theile Stärkmehl halten.

Um Kartoffeln auf Branntwein zu verarbeiten fängt man damit an, sie gut zu waschen, wozu eine eigene Waschmaschine dient, die große Aehnlichkeit mit der zum Waschen der Runkelrüben dienenden Maschine hat, deren Beschreibung in dem Artikel „Zucker“ nachzusehen ist. Sie werden hierauf in einem gut verschlossenen, mit einem durchlöcherten falschen Boden versehenen Bottig gedämpft. In dem obern, dampfdicht schließenden Boden des Bottigs ist eine, mit einem Deckel genau verschließbare Oeffnung, die zum Einbringen der Kartoffeln dient. Eine zweite ähnliche Oeffnung nahe über dem doppelten Boden dient zum Herausnehmen der gedämpften Kartoffeln. Die Dampfröhre geht durch den obern Boden hindurch, reicht bis zu einer geringen Tiefe in den Bottig hinab, und hat hier eine erweiterte Mündung. Die beiden Hauptböden erhalten durch mehrere Querleisten die nöthige Festigkeit. Die kleinen Deckel werden durch eingelegte Leinenstreifen in die für sie bestimmten Oeffnungen dampfdicht eingesetzt. Der untere Deckel hat zwei kleine, mit Pflöcken geschlossene Oeffnungen, durch welche man mittelst eines durchgesteckten Drahtes die Kartoffeln von Zeit zu Zeit untersucht. Zeigen sie sich hinreichend gahr und weich, so sperrt man den Dampf ab, öffnet den untern Deckel, und zieht die Kartoffeln mit einem Haken heraus. Es kommt nun darauf an, sie sofort und bevor sie abkühlen, in einen homogenen Brei zu verwandeln; wozu man sich verschiedener Apparate bedienen kann. In Frankreich wird ziemlich allgemein eine Quetschmaschine angewendet, die aus zwei hohlen, von Drahtgitter gebildeten, an den Enden offenen Zylindern besteht. Die Kartoffelmasse dringt, indem sie zwischen diesen Zylindern zerdrückt wird,

Digitized by Google

zerkleinert durch das Gitter ins Innere, und schiebt sich an den Enden heraus. Der eine Zylinder ist zum Drehen mit zwei Kurbeln und zugleich mit einem gezahnten Rade von 21 Zähnen versehen, welches in das 18 zähnige Rad des andern Zylinders eingreift, wodurch eine ungleiche Umdrehungsgeschwindigkeit der beiden Drahtzylinder bedingt wird, die beide 14 Zoll Durchmesser bei einer Länge von 18 Zoll haben. In der Mitte über beiden Zylindern ist ein Trichter, in welchen die gedämpften Kartoffeln gebracht werden, um so zwischen die Zylinder zu fallen, um hier durch die Drahtgewebe hindurch gedrückt zu werden. Eine Maschine dieser Größe vermag in der Stunde 1200 Pfund Kartoffeln zu pulverisiren. Die erhaltene dick breiartige Masse wird dann sofort mit etwas Gerste und Malzschrot eingemaischt und demnächst gestellt.

Da bei dieser und ähnlichen Zerkleinerungsmethoden es kaum zu vermeiden ist, daß die Kartoffeln nicht etwas abkühlen, und sich dann der feinen Zertheilung hartnäckig widersetzen, so ist es zweckmäßiger, sie gleich in dem Dampfapparate selbst zu pulverisiren. Auf diesem Prinzip beruht der sehr zweckmäßige Siemenssche Zerkleinerungsapparat. Dieser besteht im Wesentlichen aus einem hohen zylindrischen Behälter A (Fig. 179), der aus starken, 3 bis 4zölligen Bohlen zusammengesetzt, und durch eiserne Bänder sehr fest und ganz dampfdicht zusammengehalten wird. Nach unten zu kann er sich auch ein klein wenig erweitern. Etwa 1 Fuß über dem untern Boden ist eine gußeiserne, vielfach durchlöcherte Scheibe W in eine Nuth eingelassen und so befestigt, die als Sieb dient. Die Löcher dieser Platte haben unten eine Weite von ¼, oben einen Durchmesser von ⅛ bis 1/10 Zoll. Die Dicke dieser Platte beträgt in der Nähe des Randes einen halben, in der Mitte einen ganzen Zoll. Durch die Schraubenmutter in dem obern Boden des Bottigs reicht eine, mit einem langen Schraubengewinde versehene Stange b von etwa 1½ Zoll Dicke hinab, die oben bei C, C eine Vorrichtung zum Drehen hat. Das untere Ende der Stange trägt ein eisernes horizontales Kreuz m, auf welchem eine Menge kurzer Messer sitzen. In der Seitenwand des Bottigs sind zwei, mit genau einpassenden Deckeln verschließbare Oeffnungen, die eine mit einem kurzen Röhrenansatz H nahe über dem untern Boden, die andere über dem durchlöcherten Boden bei E. Der obere Boden enthält eine genau verschließbare Oeffnung D zum Einschütten der Kartoffeln, und eine gekrümmte Dampfröhre F, um den nicht verdichteten Dampf ab, und in einen Behälter mit Wasser zu leiten. Durch die Röhre G läßt man den Dampf aus dem Dampfkessel in den Apparat ein. Beim Gebrauch schraubt man erst die Stange mit dem Kreuz so weit herab, daß das letztere dicht auf der eisernen Platte aufliegt und füllt nun den ganzen Raum bis auf einen Fuß vom obern Ende mit Kartoffeln an; so daß sie also etwas Raum behalten, um sich beim Dämpfen ausdehnen zu können. Man macht nun die Oeffnung D wieder zu und läßt Dampf in den Apparat ein. Sind die Kartoffeln gahr, so wird die Schraube in Bewegung gesetzt und so das Kreuz mit den Messern durch die gesammte Kartoffelmasse hinauf und wieder hinab gedreht, wobei die Kartoffeln durch die Wirkung der Messer und der Arme des Kreuzes selbst zermalmt werden. Man läßt nun so viel heißes Wasser in den Apparat einfließen, daß sich die Kartoffeln in einen ziemlich dünnen Brei verwandeln und durch die Löcher des eisernen Bodens hindurchgehen, während die Schalen auf dem Boden zurückbleiben. Um das Hindurchfließen des Kartoffelbreies durch den Siebboden zu befördern, ist eine besondere Bürstvorrichtung vorhanden. Der Brei wird



179

Digitized by Google

nun durch die Oeffnung H in einen Bottig L abgelassen, und hier mit noch etwas kochendem Wasser und $^1/_{1000}$ Kali, das vorher durch Kalk ätzend gemacht worden, gemischt, um den durch die Hitze koagulirten Eiweißstoff aufzulösen, um so eine fast flüssige homogene Masse zu erhalten. Man gibt nun das Malzschrot in der Proportion von etwa $^1/_6$ vom Gewicht der Kartoffeln nebst der benöthigten Menge Wasser zu, und sucht die Temperatur auf 75° zu erhalten, die für die Zuckerbildung am günstigsten ist. Nach zweistündigem Durcharbeiten kühlt man nun durch Zusatz von kaltem Wasser bis auf 25° und bringt die Maische mit Zusatz von etwa 3 bis 4 Prozent Hefe auf den Gährbottig. Da die Kartoffelmaische sehr zu säuren geneigt ist, so ist es besonders wichtig, die einzelnen Operationen so rasch wie es den Umständen nach möglich ist, zu verrichten, und besonders alle Gefäße aufs sorgfältigste rein zu halten. Die Gährung geht schnell von Statten und liefert eine Menge Oberhefe, die zum Brodbacken sehr brauchbar ist. 100 Pfund Kartoffeln geben durchschnittlich etwa 9 Quart Branntwein von 50° Tr.

Man hat die Beobachtung gemacht, daß nach dem Monat Dezember die Kartoffeln anfangen, eine geringere Ausbeute an Alkohol zu liefern, und noch weniger, wenn sie angefangen haben, zu keimen. Bei der Schwierigkeit, sehr große Quantitäten von Kartoffeln aufzubewahren und zu transportiren, wird, so lange nicht Mittel erfunden sind, diesen Uebelständen abzuhelfen, die Kartoffelbrennerei in England, wenn sie gleich gesetzmäßig erlaubt ist, schwerlich in große Aufnahme kommen. Ein derartiges Mittel, welches sehr gute Resultate geliefert haben soll, ist in Wien in Ausführung gebracht. Es besteht darin, die gewaschenen Kartoffeln in einem durchlöcherten Kasten mittelst einer hydraulischen, oder einer wirksamen Schraubenpresse sehr stark zu pressen, wobei sie fast $^3/_4$ ihres Gewichtes verlieren und nun sehr leicht vollständig ausgetrocknet werden können, wo sie dann eine mehlige Masse darstellen, die sich ohne Nachtheil mehrere Jahre aufbewahren, und verhältnißmäßig leicht transportiren läßt. Beim Gebrauch zerreibt man diese Masse zu Mehl, und maischt dieses mit Malz auf die bekannte Art ein.

Ein Gegenstand von Wichtigkeit für die Branntweinbrennerei ist noch die Entfuselung des Branntweins. Unter den unzähligen Entfuselungsmitteln, die schon in Vorschlag gebracht sind, hat sich die Holzkohle am wirksamsten gezeigt, und zwar besonders in der Art, daß man sie mit dem Branntwein in der Kälte zusammen bringt. Man kann dabei auf folgende Art zu Werke gehn. Der Apparat besteht aus einer Reihe zylindrischer Fässer, deren jedes einen doppelten, wenige Zolle von dem untern Boden abstehenden, mit konischen Löchern versehenen Boden hat. Auf diesen doppelten Boden bringt man zuerst eine, einen Zoll dicke Lage von reinem, gehackten Stroh, und über diese eine Schicht rein gewaschenen Grand, dessen Körner ungefähr die Größe einer großen Erbse haben. Auf diesen Grand kommt nun eine ziemlich dicke Schicht gut ausgeglühter, gröblich gestoßener und durch Auswaschen von dem feinen Staub befreiter Holzkohle, über welche man ein Stück dicht gewebter Leinwand ausbreitet, und mit einer dünnen Lage Flußsand bedeckt. Die Kohlenschichte wird von der Dicke gemacht, daß die ganze Besetzung bis etwa zwei Zoll vom oberen Rande des Fasses absteht, worauf man dieses genau verschließt. Nahe unter dem oberen Boden hat jedes Faß eine Seitenöffnung, in welche eine Ausflußröhre wasserdicht eingesetzt wird, die abwärts gebogen und mit dem unteren, horizontal aufgebogenen Ende in die Seitenwand des nächsten Fasses zwischen dem unteren und dem doppelten Boden eingelassen wird. In dieser Art kann man eine beliebige Menge solcher Filtrirfäser mit einander verbinden. Den unreinen Branntwein läßt man durch eine Röhre unter den doppelten Boden des ersten Fasses eintreten, und gibt dieser Röhre einen äußerlich ziemlich hoch aufsteigenden Schenkel, der mit dem Branntweinreservoir in Verbindung steht; so daß durch die in dieser Röhre

Digitized by Google

stehende Flüssigkeitssäule ein hydrostatischer Druck entsteht, der die Flüssigkeit durch die ganze Reihe der Filtrirzylinder hindurchtreibt, wobei sie in Folge der beschriebenen Anordnung von unten in jeden Zylinder eintritt, und so aufwärts durch die verschiedenen Grand-, Kohlen- und Sandschichten hindurchsteigt, um durch die obere Ausflußröhre in das zweite Filtrum einzutreten. Um den ablaufenden Branntwein völlig zu klären, kann man ihn zuletzt noch durch Sand und Leinen abwärts filtriren. Versuche mit diesem Apparate haben das Resultat gegeben, daß eine Reihe von acht solcher Kohlenfilter erforderlich ist, um sehr unreinen fusligen Branntwein völlig zu entfuseln.

Die Gesammtproduktion an destillirten geistigen Getränken in Großbritannien betrug im Jahre 1831, 23 Millionen Gallons (ungefähr 92 Millionen Quart) entsprechend 1500000 Quarters (8000000 Scheffel) Getreide.

Im Jahre 1832 wurden 20778521 Gallons versteuert,
" 1834 " 23397806 " "
" 1836 " 27137000 " "
von welchen letztern 14000000 allein auf Irland kommen. Rechnet man nun noch etwa 3 Millionen Gallons als unversteuert in den Handel gebracht, so ergibt sich für das Jahr 1836 der enorme Konsum an Branntwein von etwa 30 Millionen Gallons, oder beinahe 300 Millionen Pfund; ganz abgesehen von anderen berauschenden Getränken.

Brasilienholz. (Brazil wood. Bois de Fernambouc.) Eines der wichtigsten Färbematerialе, so genannt, weil es zuerst aus Brasilien nach Europa kam. Je nach den Plätzen, von wo es bezogen wird, führt es auch die Namen Fernambukholz, Sanct Marthenholz und Sapanholz, zeigt jedoch in diesen verschiedenen Sorten auch einige Verschiedenheit in der Güte. Der Baum, der es liefert, ist Caesalpinia crista. Er wächst vorzugsweise an recht trocknen Stellen zwischen Felsen und hat einen sehr hohen, vielfach gekrümmten und knotigen Stamm. Das Holz ist sehr hart, nimmt eine gute Politur an, und ist so schwer, daß es in Wasser untersinkt. Auf frischen Flächen hat es eine mehr bräunliche Farbe, wird aber an der Luft bald roth. Die Farbe ist jedoch nicht immer gleich, und spielt theils mehr, theils weniger ins Orange. Beim Zerkäuen hat es einen süßlichen Geschmack. Wenn man Brasilienholz mit Wasser kocht, so wird der rothe Farbstoff großentheils ausgezogen, das Wasser nimmt nach einiger Zeit eine schön rothe Farbe an, während das rückständige Holz sich schwarz färbt. Aus dem so geschwärzten Holz zieht jedoch ätzendes Kali noch eine ziemliche Menge Farbstoff aus. Der durch Behandlung des Holzes mit Alkohol oder Ammoniak erhaltene Auszug ist bedeutend tiefer roth gefärbt, als das wässrige Dekokt.

Von dem rothen Sandelholz ist das Brasilienholz leicht dadurch zu unterscheiden, daß das erstere, mit Wasser gekocht, keinen Farbstoff an dasselbe abtritt.

Das frisch bereitete Dekokt ist, wie die Erfahrung gelehrt hat, zum Färben weniger gut, als älteres, selbst schon in Gährung übergegangenes. Um dies Dekokt zu bereiten, muß man nach Hellot möglichst hartes Wasser nehmen; dieses aber bedingt eine viel dunklere Farbe, und zwar um so mehr, je kalkhaltiger das Wasser. Man kocht zuerst das geraspelte oder besser gemahlene Holz drei Stunden lang mit Wasser, und bringt die Abkochung in eine Bütte. Das Holz wird darauf mit einer gleichen Menge Wasser nochmals drei Stunden gekocht, die Flüssigkeit zu der ersten gegeben, und diese Mischung nun verwandt. Eine andere, auch bei andern Farbehölzern sehr gebräuchliche und zweckmäßige Art, sie zum Färben zu verwenden, besteht darin, daß man es in einen Sack von dünner Leinwand gibt, und diesen nebst den zu färbenden Stoffen in das kochende Wasser einbringt.

Wolle, ohne Weiteres in eine Abkochung von Brasilienholz gelegt,

Digitized by Google

färbt sich nur unbedeutend, und bleicht auch sehr schnell wieder aus. Soll sich die Farbe auf ihr gehörig befestigen, so bedarf es durchaus einer angemessenen Vorbereitung. Man kocht sie zu dem Ende in einer Alaunauflösung, der ungefähr der vierte Theil vom Gewichte des Alauns oder noch weniger Weinstein zugesetzt ist. Durch eine größere Menge des letztern wird die Farbe gelblich. Die alaunte Wolle bleibt, so wie sie aus dem Bade kommt, ohne gewaschen zu werden, acht Tage lang an einem kühlen Orte liegen, worauf sie dann in einem Brasilienholzdekokt bei schwachem Kochen ausgefärbt wird. Die ersten Farbtheile, die sich auf der Wolle niederschlagen, bewirken jedoch ein weniger schönes Roth, daher man, um ein klares, lebhaftes Roth zu erzielen, zuerst ein ordinaires Stück Wolle in dem Bade färbt, und nun erst das feinere einbringt. Die auf solche Art erzeugte Farbe hält sich an Luft und Licht sehr gut.

Um auf Wolle ein ächtes und lebhaftes Scharlach zu erzeugen, geht man nach Dingler und Kurrer folgendermaßen zu Werke. 50 Pfund Brasilienholz werden dreimal mit erneuerten Portionen Wasser ausgekocht, die drei erhaltenen Abkochungen zusammen gegeben, und an einem kühlen Orte 3 bis 4 Wochen hingestellt. Die Wolle wird in einem Bad von 22 Pfund Alaun und 11 Pfd. Weinstein alaunt, und in kaltem Wasser gespühlt. Man füllt inzwischen einen Kessel von 30 Eimer Inhalt zu zwei Drittel mit Wasser, und erwärmt es auf 65 bis 70°, gibt dann 3 Eimer des Dekoktes hinzu, erhöht die Temperatur wieder auf den eben angegebenen Grad, und bringt nun 30 Pfund Wolle hinein, die sich in dem Bade nicht sowohl scharlach, als vielmehr karmoisinroth färbt. Nach dem Herausnehmen der ersten Wolle gibt man wieder 2 Eimer Dekokt in das Bad, und bringt abermals 30 Pfund Wolle hinein, welche nun schon besser, obwohl auch noch nicht rein scharlachroth ausfällt. Auf ähnliche Art fährt man nun mit dem Zusatz frischer Farbebrühe und Wolle fort, bis der Vorrath von ersterer erschöpft ist. Die dritte und die folgenden Portionen Wolle sollen bei diesem Verfahren, zumal wenn bei ihnen nicht mehr Brasilienholzdekokt zugesetzt wird, als gerade zur Färbung erforderlich ist, ein gutes Scharlach annehmen; und 50 Pfund Fernambuck zum Färben von 1000 Pfund Wolle hinreichen. Durch einen Zusatz von Wau fällt die Farbe zwar ächter, aber weniger schön aus. Die Temperatur darf beim Färben von Wolle mit Brasilienholz nie über 65 bis höchstens 70° steigen, weil sonst die Farbe an Reinheit verliert.

Das Brasilienholz dient auch in der Seidenfärberei zur Darstellung des sogenannten falschen Karmoisin, zum Unterschiede von dem ächten, mit Kochenille gefärbten. Die Seide wird nach dem Entschälen mit 20 Prozent Seife, alaunt, wozu jedoch keine so starke Alaunlösung nöthig ist, als zum ächten Karmoisin, hierauf im Fluß gespühlt, und durch ein mehr oder weniger starkes Brasilienholzdekokt genommen, je nachdem die Farbe mehr oder weniger satt ausfallen soll. Wünscht man ein ganz dunkles Karmoisin, so setzt man nach dem Ausfärben der Seide dem Bade noch etwas Blauholzdekokt, und je nach der bezweckten Schattirung ein klein wenig kohlensaures Kali hinzu. Um ein lebhaftes Feuer- oder Mohnblumenroth auf Seide hervorzubringen, gibt man ihr erst einen gelben Orleangrund, wäscht, alaunt sie, und färbt in Brasilienholzabsud aus, dem man gewöhnlich ein wenig Seife zugibt.

Die Säuren üben auf die rothe Farbe des Brasilienholzes einen sehr auffallenden Einfluß, und ändern sie in Gelb um. Der auf solche Art gelb gefärbte Farbstoff steht insofern der Kochenille näher, als dem Krapp und dem Kermes, als er beim Niederschlagen mit Alaun oder Zinnsalz seine ursprüngliche rothe Farbe wieder annimmt. Alaun und Zinnsalz sind auch überhaupt die besten Mittel, um den Farbstoff des Brasilienholzes auf die Zeuge niederzuschlagen und auf ihnen zu befestigen.

Besonders empfindlich ist der Farbstoff des Brasilienholzes gegen die

Digitized by Google

Alkalien. Diese nämlich ertheilen ihm eine purpurrothe Färbung, die zwar augenblicklich sehr lebhaft und schön, aber sehr vergänglich ist. Hierin liegt wieder ein wesentlicher Unterschied zwischen dem rothen Farbestoff des Brasilienholzes und dem des Krapps, der von Alkalien wenig affizirt zu werden scheint.

Auch in der Baumwollfärberei wird Brasilienholz gebraucht, so namentlich das sogenannte Nikaraguaholz, eine wohlfeile Sorte desselben, und liefert eine zwar lebhafte, aber sehr wenig haltbare Farbe. Nach Vitalis wird die Baumwolle nach dem Entschälen und Waschen mit Schmack gekocht, und darauf mit Zinnsolution von 5° Baumé imprägnirt. Diese Solution bereitet man aus 4 Loth Zinn, die in einem Pfund Königswasser (aus zwei Theilen Salpetersäure von 24° Baumé und drei Theilen Salzsäure von 22° zusammengesetzt) aufgelöst werden. Nach der Zinnbeitze wäscht man die Zeuge in einem ganz schwachen Brasilienholzabsud, und nimmt sie nun durch eine alte, lauwarme Nikaraguaholz-Infusion. Nöthigenfalls kann dieses Farbebad noch einmal wiederholt werden. Man ringt nun die Zeuge aus, wäscht und trocknet sie.

Um Rosa zu erzeugen, wird das Zeug wie gewöhnlich alaunt, und dann gewaschen, hierauf mit der so eben angeführten Zinnbeitze gebeitzt, und wieder gewaschen, endlich ein oder zweimal durch ein Brasilienholzdekokt genommen.

Zu Purpur wird das Färbebad mit ein wenig Alaun versetzt.

Zu Amaranth wird die Baumwolle stark gallirt, getrocknet und gewaschen, hierauf durch sehr schwache Eisenbeitze genommen, wodurch ein Stich ins Graue entsteht, demnächst mit Kalkwasser behandelt, mit Zinnbeitze gebeitzt, ausgefärbt, und diese letzten beiden Operationen noch einmal wiederholt.

Noch schöner, als durch diese Behandlung soll die Baumwolle ausfallen, wenn sie, wie zur Türkischrothfärberei, auch ein Oelbad bekommt. Das Brasilienholzdekokt enthält selbst keinen Gerbstoff, was daraus hervorgeht, daß es mit thierischer Gallerte oder Leimauflösung keinen Niederschlag gibt. Die Behandlung der Zeuge mit gerbstoffhaltigen Substanzen, als Schmack, Galläpfel, Birkenrinde u. dergl. trägt sehr zur Befestigung des Farbstoffes auf ihnen bei, nur fällt die Farbe etwas dunkler aus.

Dingler hat sich bemüht, den rothen Farbstoff der verschiedenen Sorten Brasilienholz von fremdartigen färbenden Theilen zu reinigen, um so wo möglich auch die schlechtern Sorten zur Erzielung eben so schöner Farben, wie sie das beste Fernambuk liefert, zu verwenden. Sein Verfahren besteht darin, das Holz mit heißem Wasser oder Dampf zu behandeln, die Abkochung so weit zu konzentriren, daß auf 4 Pfund Holz 14 bis 15 Pfd. Dekokt bleiben, dies abkühlen zu lassen, und 2 Pfund abgerahmte Milch zuzurühren, hierauf einige Minuten lang zu kochen und zu filtriren. Hiedurch schlagen sich nun die, der Klarheit der Farbe schädlichen, dunkelfärbenden Theile in Verbindung mit dem gerinnenden Käsestoff der Milch nieder, während der rothe Farbstoff aufgelöst bleibt. Um mit dem so gereinigten Dekokt zu färben, verdünnt man es mit Wasser, zum Kattundruck dagegen muß es noch mehr konzentrirt werden, so daß 4 Pfund Holz nur etwa 5 oder 6 Pfd. Dekokt liefern, die dann auf gewöhnliche Weise verdickt werden. Brasilienholzdekokt, das auf diese Weise mit Milch behandelt ist, soll gleich frisch zum Färben gebraucht werden können, und eben so gute Resultate liefern, wie sonst eine sehr alte Abkochung. Durch eine schwache Gährung, die sich durch etwas eingebrachtes gemahlenes Brasilienholz einleiten läßt, soll es an Qualität noch gewinnen.

Gefaulter Urin soll die mit Brasilienholz darzustellenden Farben erhöhen, wenn man nämlich das gemahlne Holz vor dem Abkochen mit Wasser, damit anfeuchtet.

Digitized by Google

Im Jahre 1835 sind in Großbritannien 6242 Tonnen Brasilienholz eingeführt, von welchen 1811 wieder exportirt wurden. Der Eingangszoll ist 5 ß. per Tonne.

Braunfärben. (Brown dye.) Hieher gehört die Darstellung einer sehr großen Menge verschiedener Farbetöne vom Gelb und Roth bis in das dunkelste Schwarzbraun, die theils durch Mischung von Roth, Gelb und Blau, theils durch Gelb oder Roth mit Schwarz zusammengesetzt, theils auch durch ursprünglich braune Pigmente gefärbt werden, wie dies z. B. beim Katechu und Manganoxyd der Fall ist. Es können hier natürlich nur die hauptsächlichsten Arten von Braun durchgenommen werden; die Herstellung der feinern Nuanzen ist eine Sache, die allein durch Uebung zu erlernen ist, und deren kurze Beschreibung zu nichts führen würde.

1. Braun durch Mischung anderer Farben.

a) auf Wolle und wollne Zeuge. Man kocht diese mit ¼ ihres Gewichts Alaun und eben so viel einer Mischung von Eisenvitriol und Weinstein, wäscht sie, und nimmt sie durch ein Krappbad. Der Krapp nämlich erzeugt mit Alaun eine rothe, mit der Eisenbeitze dagegen eine schwarze Farbe, mit beiden zusammen folglich braun, so daß man es in seiner Gewalt hat, durch Abänderung des Mengeverhältnisses zwischen Thon- und Eisenbeitze beliebige Schattirungen von Braun herzustellen.

Eine andere Methode besteht darin, jedes Pfd. Zeug mit 4 Loth Alaun und 2 Loth Kochsalz zu kochen, und darauf in einem Blauholzabsud, dem entweder Eisenvitriol, essigsaures Eisen, oder Eisenvitriol und Weinstein zugesetzt worden, auszufärben. Oder man kocht den Zeug mit Alaun und Weinstein, färbt in der Krappflotte, und passirt ihn nachher durch ein Schwarzbad von Eisenbeitze und Galläpfeln oder Schmack. Sobald hier durch das Hinzukommen von Schwarz auf dem rothen Grunde die gewünschte Nuanze von Braun hervorgekommen ist, nimmt man die Ware aus dem Bade. Man kann auch zuerst in einer reinen Krappflotte roth färben, und nun ein wenig Eisenbeitze der Flotte zusetzen, die dadurch schwarz wird, und dieselben Dienste leistet, wie ein besonderes Schwarzbad. Ein noch besseres Braun entsteht, wenn die Wolle mit ¼ ihres Gewichts Alaun gekocht, hierauf in Kochenille ausgefärbt, und das so erhaltene Karmoisin dadurch in Braun umgeändert wird, daß man dem Kochenillebade etwas essigsaures Eisen zusetzt. Statt der Kochenille kann auch Orseille oder Persio mit ein wenig Galläpfel oder Schmack genommen werden, wodurch denn wieder ein anderes Braun entsteht.

Oder, man gibt der Waare einen lichtblauen Grund in der Küpe, beitzt sie nun mit Alaun an, wäscht, und nimmt sie durch ein Krappbad, bis die gewünschte violett-braune Farbe hervorgekommen ist. Zu dunkleren Schattirungen kann Brasilienholz statt des Krapps genommen, und mit etwas Galläpfel oder Schmack, nebst Eisenbeitze versetzt werden. Statt des Küpenblaues kann man auch den blauen Grund mit sächsisch Blau geben. Auch läßt sich Braun so hervorbringen, daß man 5 Pfund Krapp mit 1 Pfund Alaun abkocht und eine Auflösung von $^1/_{10}$ Pfund Indig in Schwefelsäure zusetzt, und dieses Bad, mit der erforderlichen Menge Wasser verdünnt, zum Färben von 20 Pfund Wolle verwendet. Zu Dunkelbraun kann man etwas Eisensolution zusetzen. Oder man bereitet ein Bad aus Kochenille oder Persio, Gelbholz und Galläpfeln und setzt etwas Eisenvitriol und schwefelsaure Indigolösung, die mit ein wenig Kali abgestumpft sein kann, hinzu.

Durch Kochen wollner Zeuge mit Alaun und Weinstein, Ausfärben in der Krappflotte, und demnächst in einer Wau- oder Gelbholzinfusion, in welcher mehr oder weniger essigsaures Eisen aufgelöst worden, lassen sich, je nach dem relativen Mengenverhältniß der einzelnen Materiale vielfache Abänderungen von Braun, von Mordore und Zimmtbraun bis in Nußbraun hervorbringen.

Digitized by Google

So läßt sich auch Bronze durch Mischung von Olivengrün mit Roth darstellen. Auf 25 Pfund Waare nimmt man 4 Pfd. geraspeltes Gelbholz, kocht dieses 2 Stunden mit Wasser, nimmt den Zeug eine Stunde lang in diesem Bade herum, und läßt ihn abtropfen. Hierauf gibt man 8 bis 12 Loth Eisenvitriol und 1 Pfund ordinairen Krapp oder 2 Pfund Sandelholz hinzu, bringt die Ware wieder hinein und haspelt sie so lange in dem Bade herum, bis sie die verlangte Farbe zeigt. Durch Abänderung der Gewichtsverhältnisse lassen sich natürlich auch Aenderungen der Farbe bewirken.

b) Braun auf Seide. Das Verfahren beim Braunfärben der Seide ist ganz ähnlich. Es gehören hauptsächlich drei Farbebäder dazu: eine Blauholz-, eine Brasilienholz- und eine Gelbholz-Abkochung.

Die Seide wird nach dem Entschälen (M. s. den Art. „Bleichen") alaunt, und nun in einem aus den ebengenannten drei Dekokten zusammengesetzten Bade, dessen Mischungsverhältniß sich nach der bezweckten Nuance richtet, ausgefärbt. Durch Zusatz von Wallnußschalen, Kupfervitriol und ein wenig Eisenvitriol, oder auch durch ein Bad von Orlean, durch welches man die Seide zuletzt hindurch nimmt, lassen sich mannigfaltige Schattirungen von Braun hervorbringen. Oder man gibt der Seide einen Orleangrund und dann ein Bad von Blau- oder Brasilienholz. Auf 10 Pfund Seide löst man 12 Loth Orlean mit 1 Pfund 4 Loth Pottasche in kochendem Wasser, nimmt die Seide 2 Stunden lang in diesem Bade herum, ringt sie aus, trocknet, und alaunt sie, passirt sie durch einen Brasilienholzabsud, und zuletzt durch ein Blauholzbad, dem ein wenig Eisenvitriol zugesetzt worden. Endlich wird sie ausgerungen und getrocknet.

c) Braun auf Baumwolle und Leinen. Zum Braunfärben dieser Materiale dienen besonders essigsaure Thon- und Eisenbeitze, mit denen die Zeuge gebeizt und nachher entweder mit Krapp allein oder mit Krapp und Gelbholz gefärbt werden. Bei Vorwalten der Thonbeitze entsteht eine Art Amaranth. Zu Kastanienbraun muß die Baumwolle gallirt, durch ein Schwarzbad und hierauf durch ein Bad von Kupfervitriol genommen, demnächst in einem Gelbholzdekokt gefärbt, ausgerungen, durch ein starkes Krappbad und wieder durch ein Bad von Kupfervitriol genommen und endlich in Seifenwasser ausgekocht werden.

Um verschiedene Modifikationen von Zimmtbraun darzustellen, ertheilt man den, zuerst mit Krapp roth gefärbten Zeugen einen Stich ins Graulichgelbe, indem man sie in einem, mit etwas Eisensolution versetzten Bade behandelt. Statt dieses Verfahrens kann auch die Ware zuerst in einem Bad von Wau und Grünspan gekocht, darauf durch ein Bad von 1 Pfund Galläpfeln auf je 10 Pfund Ware, genommen, getrocknet, alaunt und gekrappt werden. Ein Seifenbad dient endlich noch zum Schönen.

Ein vorzüglich schönes Braun nimmt die Baumwolle an, wenn sie die, zur Türkischrothfärberei dienenden Vorbereitungen durchgemacht hat. Sie wird mit einer aus Alaun, Eisenvitriol und (¼ vom Gewicht des Alauns) Bleizucker angefertigten Beitze imprägnirt, gewaschen, getrocknet, im Krappbade ausgefärbt, und durch Kochen mit Seife geschönt. Die Nuance des Brauns hängt hier von dem Gewichtsverhältnisse zwischen Alaun und Eisenvitriol ab.

Diese Vorschriften reichen hin, um zu zeigen, auf wie mannigfaltige Art derselbe Zweck erreicht werden kann, und wie man es in seiner Gewalt hat, dem Braun nach Belieben einen Stich ins Rothe, Schwarze, Gelbe oder Blaue zu ertheilen.

2. Braunfärben mit ursprünglich braunen Farbstoffen.

Zu den Pigmenten dieser Art gehören besonders folgende:

a) Eichenrinde; deren Dekokt je nach dem verschiedenen Grade seiner Konzentration ein sehr dauerhaftes Braun auf Wolle hervorbringt. Durch Zusatz von etwas Alaun wird die Farbe noch lebhafter.

Digitized by Google

b) Dosten (Origanum vulgare) liefert eine Abkochung, die, mit essigsaurer Thonerde versetzt, Baumwolle und Leinen rothbraun färbt. Wolle färbt sich darin dunkelbraun.

c) Die Rinde des Mangelbaumes (Rhizophera mangle) gibt auf Wolle, die mit Alaun und Weinstein gekocht worden, eine schön rothbraune Farbe, die durch Zusatz von Eisenvitriol mehr in Chokoladebraun übergeht.

d) Die Bablah, die Schoten der ostindischen Mimosa cinerea, und der afrikanischen Mimosa nilotica, bewirkt mit essigsaurem oder schwefelsaurem Kupfer auf Baumwolle eine braune Farbe.

e) Die Wurzel der Nymphaea alba erzeugt auf Baumwolle und Wolle ein ausgezeichnet schönes Braun. Man beitzt zuerst mit Eisen- und Zinkvitriol, worauf die Wolle in einer Abkochung der Wurzel so lange herum genommen wird, bis sie dunkel genug gefärbt ist. Baumwolle wird mit einer Mischung von essigsaurem Eisen und Zink gebeitzt.

f) Wallnußschalen (von Juglans regia) enthalten, wenn die Frucht zur Reife gekommen ist, einen dunkelbraunen Farbestoff, der Wolle sehr dauerhaft braun färbt. Je älter die Infusion oder das Dekokt dieser Schalen, um so schöner die Färbung. Man macht das Dekokt lauwarm und bringt die Wolle, die hiezu gar keiner Beitze bedarf, hinein. Lebhafter freilich wird das Braun, wenn die Wolle mit Alaun gebeitzt ist. Auch kann man dieses Pigment im Verein mit Krapp und Gelbholz anwenden, wodurch dann mannigfaltige Abänderungen der Farbe entstehen. Will man Seide mit Wallnußschalen färben, so darf das Bad kaum lauwarm gemacht werden, indem sonst leicht die Färbung ungleichmäßig ausfällt.

g) Auch die Schalen der Roßkastanien geben eine braune Farbe, die mit Zinnsolution mehr bronzefarbig, mit Bleizucker dagegen rothbraun wird.

h) Katechu bewirkt auf Baumwolle eine sehr haltbare braune Farbe, in verschiedenen Nuancen von Bronze, Mordoré und andern, wenn die Lösung desselben in heißem Wasser mit essigsaurem, oder schwefelsaurem Kupfer versetzt, oder wenn der Zeug vorher mit essigsaurem Kupfer und essigsaurer Thonerde, auch wohl mit ein wenig Eisenbeitze gebeitzt, gespühlt, getrocknet, und in dem siedend heißen Bade ausgefärbt wird. Das sogenannte Karmelit wird ebenfalls durch Katechu hervorgebracht, indem man die Zeuge in einer Abkochung von 1 Pfund Katechu, welche mit 8 Loth Grünspan und 10 Loth Salmiak versetzt ist, färbt.

i) Manganoxyd. Liefert das so genannte Solitair, oder Bronze. Diese Farbe entsteht, wenn man den zu färbenden Stoff mit einer Auflösung von salzsaurem oder schwefelsaurem Manganoxydul und etwas Weinsteinsäure tränkt, hierauf trocknet, durch eine schwache Kalilauge von 40° Baumé nimmt, und endlich durch ein Chlorkalkbad die Farbe noch mehr befestigt und belebt.

Braunkohle. (Lignite) Eine in den jüngern Gebirgsformationen vorkommende, der Steinkohle verwandte, aber von ihr theils durch die mehr braune Farbe, theils durch eine deutlich wahrnehmbare Holztextur, theils den torfähnlichen Geruch beim Brennen, theils durch das geognostische Vorkommen unterschiedene Substanz, die ihre Entstehung ohne Zweifel untergegangenen oder verschütteten Waldungen verdankt.

Sie dient an mehreren Orten als Brennmaterial, und wird außerdem unter dem Namen kölnische Umbra als eine ordinaire braune Malerfarbe angewandt. Eine besondere Abänderung der Braunkohle, die Pechkohle, wird unter dem Namen Gagat (jayet) zu allerhand kleinen Schmucksachen, als Ohrgehängen u. dgl. verarbeitet, hat eine ganz schwarze Farbe und nimmt eine gute Politur an. Verschiedene Bemerkungen über die Braunkohle findet man noch in dem Artikel „Bernstein."

Breccie. (Breccia.) Ursprünglich ein italienisches Wort, das in der Mineralogie und Architektur zur Bezeichnung solcher Gesteine dient, die aus harten, mehr oder weniger eckigen, durch eine Art natürlichen Kittes verbundenen Bruchstücken verschiedener Mineralkörper besteht. Mitunter

Digitized by Google

sind diese Bruchstücke abgerundete Geschiebe. Von dieser Art ist der englische Puddingstein, nach einer entfernten Aehnlichkeit mit Plum Pudding so genannt, der aus Feuersteingeschieben besteht, die durch ein quarziges Bindemittel verkittet sind.

Bremergrün. (Verditer.) Fast reines Kupferoxydhydrat. Es erscheint in Gestalt einer ungemein lockern und leichten, in dieser Hinsicht der Magnesia alba ähnlichen, hellblauen Masse, die jedoch einen mehr oder weniger starken Stich ins Grüne besitzt. Je reiner blau, je feuriger die Farbe, und je lockerer das Gefüge, um so höher wird es geschätzt. Es eignet sich ganz besonders zur Oelmalerei und liefert eine der allerdauerhaftesten, den Einflüssen der Witterung ungemein lange Trotz bietenden Oelfarben. Die ursprünglich ziemlich rein blaue Farbe geht aber unter Oel sehr bald, schon nach 24 Stunden, in Grün über, indem das Kupferoxydhydrat mit dem Oel eine chemische Verbindung, ohne Zweifel eine Kupferseife, eingeht; daher die Benennung Bremer grün. Es wird aber auch als Leimfarbe gebraucht, wo es seine blaue Farbe unverändert beibehält. Nur mit Kalk in Berührung hält es sich nicht gut. Eben so kann es durchaus keine Erhitzung vertragen, indem es hiebei sein Hydratwasser verliert, und in schwarzbraunes Kupferoxyd übergeht.

Es wird besonders an mehreren Orten im nördlichen Deutschland fabrizirt, als z. B. Bremen, Minden, Eisenach, Kassel und andern Orten.

Die Bereitung geschieht nach Geutele folgendermaßen:

a) 225 Pfund Kochsalz und 222 Pfund Kupfervitriol, beide ganz eisenfrei, werden trocken gemengt und mit etwas Wasser zwischen Mühlsteinen zu einem dicken homogenen Brei gemahlen. b) 225 Pfund altes Kupferblech werden mit einer Blechscheere in kleine Stücke, von etwa 1 Quadratzoll Größe zerschnitten, in eine hölzerne Bütte geschüttet, hier mit Zusatz von 1 Pfund Schwefelsäure, die vorher mit Wasser verdünnt worden, gehörig umgeschüttelt, und so von allen anhängenden Unreinigkeiten gereinigt, worauf man sie in einem, um seine Achse drehbaren Fasse unter Zusatz von vielem Wasser völlig reinspühlt und aussüßt. c) Die so gereinigten Kupferschnitzel werden nun in den Oxydationskasten mit dem oben erwähnten Kupfervitriolbrei in dünnen Lagen von etwa ¼ Zoll Dicke eingeschichtet, und so einige Zeit in Ruhe gelassen. Die Oxydationskasten sind aus eichenen Bohlen ohne eiserne Nägel angefertigt, und stehen in einem Keller oder sonstigen Raume von stets gleicher, mittlerer Temperatur.

Unter Einfluß der Salzmischung, die durch gegenseitige Zersetzung größtentheils in schwefelsaures Natron und salzsaures Kupfer übergeht fängt nun das metallische Kupfer an, Sauerstoff aus der Luft anzuziehen und sich zu oxydiren, wobei sich das so gebildete Oxyd mit dem salzsauren Kupferoxyd (oder Chlorkupfer) zu basischem Salze vereinigt, welches ein feines blaßgrünes Pulver darstellt. Um die Oxydation zu befördern, ist es nöthig, die Masse während der drei Monate, die zu dem Prozesse erforderlich sind, häufig, wenigstens in jeder Woche einmal, mit einer kupfernen Schaufel in einen zweiten, nebenstehenden leeren Kasten umzuschaufeln und wieder zurückzugeben.

Nach Verlauf von drei Monaten nimmt man die Masse aus dem Kasten, und mischt sie mit wenigem Wasser zu einem dünnen Brei oder Schlamm, den man von Rückständen der Kupferschnitzel abspühlt.

d) Dieser Schlamm wird nun auf ein Filtrum gebracht, um die Flüssigkeit, welche schwefelsaures Natron aufgelöst enthält, vorläufig von dem basischen Kupfersalze zu trennen, dieses in einen Bottig gebracht und hier durch fortgesetztes Durcharbeiten möglichst genau zertheilt und von allen etwa noch vorhandenen Klümpchen befreiet.

e) Auf je 6 Eimer Schlamm gibt man nun 12 Pfund Salzsäure von 15° Baumé hinzu, rührt Alles genau durcheinander, und läßt es 24 bis 36 Stunden stehen.

Digitized by Google

f) In einen andern Bottig, den Blauback, gibt man auf jeden Eimer Schlamm, der mit der Säure vermischt wurde, 15 Eimer klare farblose ätzende Kalilauge von 19° Baumé.

g) Der angesäuerte Schlamm (e) wird nun mit einer gleichen Menge Wasser (dem Raum nach) verdünnt.

h) Wenn Alles so weit vorbereitet ist, wird der Schlamm möglichst schnell in die Kalilauge übergefüllt, und dabei von mehreren Arbeitern tüchtig durchgearbeitet, bis das Ganze eine ziemlich steife Konsistenz angenommen hat, worauf es 36 bis 48 Stunden ruhig stehen bleibt.

Bei dieser Behandlung des grünen basisch salzsauren Kupferoxydes mit Aetzkali wird es vollständig zersetzt, und in Kupferoxydhydrat verwandelt, wobei es die eigenthümlich blaue Farbe annimmt.

Zuletzt wird die Farbe vollständig ausgewaschen, zu welchem Ende man sie in einem Bottig mit reinem Wasser anrührt, sich absetzen läßt, das überstehende Wasser abzieht, frisches Wasser aufgibt, und so fort, bis das Wasser durchaus kein Kali mehr aufnimmt. Das Bremergrün wird nun auf ein Filtrum gebracht, hierin längere Zeit unter häufigem Anfeuchten der Luft exponirt, dann in dem Filtrirbeutel ausgepreßt, in Stücke zerschnitten, und langsam an freier Luft oder jedenfalls bei nicht über 25° getrocknet. Erst nach dem vollständigen Austrocknen gewinnt die Farbe ihr ganzes Feuer.

Brennstoff. (Combustible, Fuel, Combustible.) Jeder, in der atmosphärischen Luft unter Licht und Wärmeentwicklung, also unter Feuererscheinung brennbare Körper wird im Allgemeinen ein Brennstoff genannt. Diejenigen Brennstoffe, die so wohlfeil und allgemein verbreitet sind, daß sie im gemeinen Leben zur Wärmeentwicklung gebraucht werden können, nennt man gewöhnlich Brennmaterial oder Feuerung.

Ein jeder Brennstoff erfordert eine gewisse Temperatur, um in Brand zu gerathen; der eine eine höhere, der andere eine niedere, so z. B. entzündet sich Phosphor bei geringerer Hitze als Schwefel, dieser wieder leichter als Wasserstoff, Wasserstoff wieder bei niedrigerer Temperatur als Kohlenwasserstoff, dieser wieder früher als Kohle u. s. w.

Die eigentlichen Brennmateriale sind:

1. Holz, das man in hartes und weiches eintheilt; zu den erstern Holzarten gehören besonders Eichen, Buchen, Erlen, Birken und Ulmenholz, zu den weichen das Tannen-, Fichten-, Lerchen-, Linden-, Weiden- und Pappelholz.

Vielfache Versuche haben gezeigt, daß bei gleichem Grade von Trockne, alle Holzarten beim Verbrennen eine sehr nahe gleiche Wärmemenge erzeugen. Durch Feuchtigkeit wird die Heizkraft in dreifacher Hinsicht geschmälert, einmal, in sofern in einem gewissen Gewichte feuchten Holzes nicht so viel reine Holzmaterie enthalten ist, als in eben so viel trocknem Holze; zweitens, in sofern das Wasser eine gewisse Menge Wärme zu seiner Verdampfung verbraucht, und endlich in sofern die Feuchtigkeit eine unvollkommnere verzögerte Verbrennung bedingt. Wenn z. B. ein Stück Holz 25 Prozent Wasser enthielte, so würde die Menge der Holzsubstanz nur 75 Prozent betragen, und zur Verdampfung des Wassers würde fast $^1/_4$ der aus dem Holz entwickelten Wärme erforderlich sein, so daß demnach Holz mit 25 Prozent Feuchtigkeit um $^1/_4 + {}^1/_{10}$, also um fast $^1/_3$ weniger wirksam ist, als trocknes Holz. Die Menge von Feuchtigkeit in frisch gefälltem Holz beträgt 20 bis 50 Prozent. Beim Birkenholz 30, beim Eichenholz 35, beim Buchen- und Fichtenholz 39, beim Erlenholz 41, beim Tannenholz 45. Nach zwölfmonatlichem Austrocknen bleiben, je nach den verschiedenen Holzarten 20 bis 25 Prozent Feuchtigkeit zurück, und wenn es lange Zeit hindurch an einem trocknen Orte aufbewahrt wird, findet man noch 10 Prozent darin. Trocknet man Holz bei ziemlich starker Hitze aus, und läßt es demnächst an freier Luft liegen, so absorbirt es wieder 10 bis 12 Prozent Wasser. Wird

Digitized by Google

es bei so hoher Temperatur ausgedörrt, daß es anfängt sich zu bräunen, so findet sich, wahrscheinlich in Folge der anfangenden Verkohlung und Austreibung eines Theiles Wasserstoff, die Heizkraft vermindert. Man kann als mittlere Durchschnittszahlen annehmen, daß ein Pfund künstlich ausgetrocknetes Holz, 35 Pfund Wasser von 0° bis zum Siedpunkt erhitzen, ein Pfund gewöhnliches Holz mit 20 bis 25 Prozent Feuchtigkeit dagegen nur 26 Pfund Wasser von 0 bis 100° erhitzen kann. Es ist daher, wie dies auch überall geschieht, richtiger, Holz dem Maße, als dem Gewichte nach zu kaufen, denn das Volumen wird durch die Feuchtigkeit nur unbedeutend verändert. Um den Werth verschiedener Sorten Brennholz hinsichtlich ihres Trockenheitszustandes zu ermitteln, braucht man nur eine Portion Späne von ihnen hauen zu lassen, diese zu wägen, auf einem Ofen gehörig auszutrocknen, bis sie nicht mehr an Gewicht verlieren, ohne sie jedoch braun zu dörren, und endlich ihr Gewicht abermals zu bestimmen, um so die Menge trockner Holzsubstanz in ihnen zu finden.

Ein jeder heiße Körper setzt seine Wärme an die Umgebungen auf doppelte Art ab, einmal nämlich durch unmittelbare Mittheilung oder Leitung, und zweitens durch Strahlung. Für die technische Benutzung der Brennmateriale aber ist es keineswegs gleichgültig, ob sie mehr Wärme durch Strahlung oder durch Leitung abgeben, daher denn auch diese Verhältnisse durch eigens zu dem Ende angestellte Versuche ausgemittelt sind. Bei Holzfeuer rechnet man, daß $\frac{1}{4}$ der entwickelten Wärme durch Strahlung, und $\frac{3}{4}$ durch direkte Mittheilung an die Umgebungen übertragen werden, also Verhältniß der strahlenden Wärme zu der geleiteten = 1: 3.

2. Holzkohle. Auch die Kohle der verschiedenen Hölzer liefert bei gleicher Gewichtsmenge gleiche Mengen Wärme. Man rechnet, daß durchschnittlich 1 Pfund trockne Holzkohle 73 Pfund Wasser von 0° bis auf 100° zu erhitzen im Stande ist. Bei längerem Liegen an freier Luft zieht sie etwa 10 Prozent Wasser an, welches beim Brennen der Kohle zum Theil in Kohlenwasserstoff übergeht, und so die Flamme bewirkt, die beim Brennen gewöhnlicher Holzkohle fast immer, besonders zu Anfang des Brennens, entsteht. Frisch ausgeglühete Kohle gibt keine Flamme.

Ein Kubik-Fuß Kohle von leichteren Hölzern wiegt durchschnittlich 8 bis 9 Pfund; von schwereren 12 bis 13 Pfund, daher diese letzteren sich auch viel besser dazu eignen, einen hohen Hitzgrad auf einen kleinen Raum zu konzentriren. Bei Holzkohlen verhält sich die Menge der strahlenden Wärme zu der geleiteten, wie 1: 2.

3. Steinkohle. Kommt in unzähligen verschiedenen Abänderungen vor, deren Wärmeproduktion ebenfalls sehr verschieden ist. Der Gehalt an Kohlenstoff variirt zwischen 75 und 95 Prozent. Ein Pfund Steinkohle mittlerer Qualität bringt durchschnittlich 60 Pfund eiskaltes Wasser zum Siedpunkte. Steinkohlenklein soll, nach Ure, nur $\frac{3}{4}$ von der Wärme liefern, die große Klumpen entwickeln. Verhältniß der strahlenden Wärme zu der geleiteten fast wie 1: 1, also beinahe die Hälfte des Ganzen.

4. Kokes. Verhalten sich hinsichtlich der Wärmeproduktion zu Steinkohlen ungefähr wie 75: 69, so daß 1 Pfund etwa 65 Pfund Wasser von 0° bis 100° erhitzt. Zu Holzkohle verhalten sich die Kokes wie 9: 10. Verhältniß der strahlenden Wärme zur geleiteten wahrscheinlich noch etwas größer, wie bei der Steinkohle.

5. Torf. Kommt bekanntlich von außerordentlich verschiedener Qualität vor. Die Heizkraft der schlechten Sorten ist oft nur = 25 Pfund Wasser von 0° bis 100° erhitzt, steigt dagegen bei anderen bis über die Heizkraft von Holz. Für weißen oder gelben Torf (sogenannten Rasentorf), wovon der preuß. Kubikfuß 8 bis 17 preuß. Pfund wiegt, kann die Wassermenge, welche 1 Pfund Torf von 0° bis 100° zu erhitzen vermag, durchschnittlich auf 29 Pfund angeschlagen werden; für die braunen und schwarzen Torfgattungen, welche 16 bis 67 Pfund pr. preuß.

Digitized by Google

Kubikfuß wiegen, durchschnittlich auf 33 Pfund. Im erstern Falle sind die äußersten Grenzen etwa 25 und 31 Pfund, im letztern Falle etwa 27 und 38 Pfund. Die Menge der erdigen Theile, welche der Torf enthält, beläuft sich zwar in der Regel nicht über 3 bis 4 Prozent, steigt aber zuweilen auch bis auf ¼ oder ⅓ des Ganzen, und bedingt daher sehr wesentlich seine Heizkraft. Verhältniß der strahlenden Wärme zur geleiteten wie bei der Holzkohle.

6. Steinkohlengas. 1 Pfund (Köllu.) dieses Gases, das einen Raum von circa 22½ Kubikfuß (Rheinl.) einnimmt, entwickelt beim Brennen so viel Wärme, um 76 Pfund Wasser von 0 bis 100° zu bringen.

Tabelle über die Heizkraft verschiedener Brennstoffe, und die zu ihrer Verbrennung erforderliche Menge atmosphärischer Luft.

Brennstoff.	Menge von Wasser, die durch 1 Pfd. des Brennstoffes von 0° bis auf 100° erhitzt wird; in Pfunden.	Menge von siedendem Wasser, die durch 1 Pfd. des Brennstoffes verdampft wird; in Pfunden.	Gewicht der atmosphärischen Luft von 0°, die zum Verbrennen von 1 Pfd. des Brennstoffes nöthig ist.
Völlig trockenes Holz	35	6,36	5,96
Holz im gewöhnlichen Zustande	26	4,72	4,47
Holzkohle	73	13,27	11,46
Steinkohle	60	10,90	9,26
Koke	65	11,81	11,46
Torf	30	5,45	4,60
Torfkohle	64	11,63	9,86
Steinkohlengas . .	76	13,81	14,58
Oel, Wachs, Talg	78	14,18	15,00
Gewöhnlicher Spiritus	52,60	9,56	11,60

Die in der vierten Kolumne aufgeführten Luftmengen sind theoretisch nach den zum Verbrennen der einzelnen Brennstoffe erforderlichen Sauerstoffmengen berechnet, keineswegs die, in der Praxis wirklich zur Anwendung kommenden, weil bei den gewöhnlichen Feuerungseinrichtungen ein guter Theil der zuströmenden Luft weder mit dem Brennmaterial noch der Flamme in unmittelbare Berührung kommt, mithin zur Verbrennung nichts beiträgt. Eben so beziehen sich die Zahlen der zweiten und dritten Kolumne auf die gesammten Wärmemengen, vorausgesetzt also, daß gar keine Wärme nutzlos verloren ginge, eine Voraussetzung, die bei wirklichen Feuerungsanlagen nie erfüllt wird. Selbst in gut konstruirten Heizapparaten geht gewöhnlich ⅓ der Wärme mit dem Luftzuge verloren, und, wo höhere Temperaturen hervorgebracht werden müssen, oft noch viel mehr, selbst über die Hälfte, ganz abgesehen von dem Wärmeverlust durch Strahlung und Leitung, der freilich so ziemlich verhindert werden kann, wenn man den ganzen Heizapparat von allen Seiten mit möglichst schlechten Wärmeleitern umgibt.

Bei Oefen zum Heizen der Zimmer, eben so bei Kesselfeuerungen, läßt sich durch zweckmäßige Einrichtung der Hauptwärmeverlust durch den Schornstein deshalb ziemlich beschränken, weil der hervorzubringende Wärmegrad nur gering ist, und der Luftstrom vor seinem Eintritt in den Schornstein fast seiner ganzen Wärme beraubt werden kann. Bei anderen Feuerungen, z. B. bei Reverberiröfen, in denen Glühungen vorzunehmen sind, tritt die Feuerluft glühend in die Esse.

Beim Heizen der Dampfkessel rechnet man, daß 1 Pfd. Steinkohle 7½ Pfd. kochendes Wasser verdampfen kann, oder, was dasselbe sagen will,

Digitized by Google

41¼ Pfd. eiskaltes Wasser zum Siedpunkt erhitzen würde. Beim Heizen mit mäßig trockenem Tannenholz kann man etwa 4 Pfd. verdampftes Wasser, oder 22 Pfd. Wasser zum Siedpunkt erhitzt, annehmen, also etwa ⅕ von dem ganzen Wärmequantum. Nach Versuchen von Watt, die sehr im Großen angestellt sind, kann in vorzüglich gut konstruirten Kesseln mit 1 Pfd. Steinkohle wohl 9 Pfd. Wasser verdampft werden, wo dann der Wärmeverlust nur ungefähr ⅛ beträgt.

In manchen Fällen kann man von der heißen Feuerluft, bevor man sie in den Schornstein eintreten läßt, noch zu mehrerlei Nebenzwecken Anwendung machen, als z. B. zum Trocknen, zu langsamen Abdunstungen, zum Rösten u. dgl. Hiebei aber ist besonders darauf Rücksicht zu nehmen, daß nicht der Luftzug beeinträchtigt werde, indem die Steigkraft der Luft, also auch der Zug, gerade durch die Hitze derselben bedingt wird, und, wollte man die Luft ganz kalt in den Schornstein gelangen lassen, der Luftzug beinahe auf Null reduzirt werden könnte.

Will man die absolute Wärmemenge bestimmen, die ein Brennstoff zu liefern im Stande ist, so bieten sich vornehmlich drei Wege dar: 1) das Kalorimeter von Lavoisier und Laplace, wo man die Verbrennung in einem mit Eis umgebenen Raume vor sich gehen läßt, und die entwickelte Wärmemenge aus der Menge des geschmolzenen Eises bestimmt; 2) das Kalorimeter von Watt und Rumford, bei welchem man die Wärme einer gewogenen Menge kalten Wassers zuführt, und aus der Temperaturzunahme desselben die Wärmemenge berechnet; 3) das freilich weniger genaue Mittel, die Menge von Wasser zu bestimmen, die durch eine gewogene Menge des Brennstoffes verdampft werden kann.

Wenn es sich aber nur um die Ausmittelung der verhältnißmäßigen Wirksamkeit mehrerer Brennmateriale handelt, so ist es nicht gerade nöthig, die absoluten Wärmemengen zu bestimmen. Es reicht dann schon hin, nur einen Theil der Wärme aufzufangen, wenn nur zu allen Versuchen derselbe Apparat dient, und man daher auch bei allen Versuchen einen ziemlich gleichen verhältnißmäßigen Wärmeverlust voraussetzen darf. Jedenfalls aber sind die Resultate um so genauer, je weniger Wärme nutzlos verloren gegeben wird. Zu solchen Versuchen ist der in Fig. 180 abgebildete Apparat recht brauchbar. Das Feuer brennt

180

hier in einem kleinen Ofen auf einem Rost, wirkt zunächst auf einen kleinen über dem Feuer eingehängten Kessel, und gelangt dann durch eine Seitenröhre c in das spiralförmige Rauchrohr b c, welches durch ein mit Wasser gefülltes Gefäß hindurch geht. Ein Paar aufwärts gebogene Seitenröhren a a sind zur Aufnahme zweier Thermometer bestimmt. Der Versuch wird so angestellt, daß man sowohl den kleinen Kessel als auch das Gefäß mit der Spiralröhre mit einer gewogenen Menge Wasser füllt, nunmehr Feuer gibt, und, wenn sich aus dem Stande der beiden Thermometer eine gewisse mittlere Temperatur ergibt, die bei allen Versuchen immer dieselbe sein muß, das Feuer auslöscht, und sowohl die Menge des aus dem Kessel verdampften Wassers, als auch die Menge des verbrannten Brennmaterials, dem Gewichte nach bestimmt. Bei c kann eine Klappe angebracht werden, wodurch man es mehr in seiner Gewalt hat, die Verbrennung zu mäßigen. Wichtig ist es hiebei, das Brennmaterial so lebhaft wie möglich, und ohne Rauch verbrennen zu lassen.

Bronze. (Bronze.) Eine aus Kupfer und Zinn, zuweilen mit Zusatz

Digitized by Google

von etwas Zink und Blei bestehende Metalllegirung, die weit härter ist, als Kupfer allein, und schon von den Alten, bevor das Eisen in Gebrauch kam, zu Schwertern, Beilen u. dgl. verarbeitet wurde. Schon im höchsten Alterthum finden wir die Kunst, bronzene Bildsäulen zu gießen, aber erst Theodorus und Roecus von Samos 700 vor Christo denen Plinius die Erfindung der Förmerei zuschreibt, brachten die Kunst der Bronzegießerei auf einen gewissen Grad von Ausbildung. Es war den Alten keineswegs unbekannt, daß durch Legirung von Kupfer mit Zinn ein leichter schmelzbares Metall entstehe, daß mithin das Gießen sehr erleichtert und dabei ein weit härteres und dauerhafteres Produkt erzielt werde. Dennoch gossen sie oft fast reines Kupfer, weil ihnen die Mittel fehlten, die Mengenverhältnisse genau zu bestimmen, und weil bei ihrer Art, das Feuer zu behandeln, das Kupfer oft während der Schmelzung selbst den größten Theil des Zinngehaltes verliert, wie dies auch jetzt noch bei ungeschickten Bronzegießern wohl vorkommt.

Die größte Ausdehnung erfuhr die Bronzegießerei unter Alexander dem Großen, als der berühmte Lysippus durch ein ganz neues Verfahren im Formen und Schmelzen dahin kam, einzelne Statuen und ganze Gruppen so zu vervielfältigen, daß Plinius die bronzenen Statuen das Gesindel Alexanders nennt. Nicht lange nachher fing man an, bronzene Kolosse von enormer fast thurmhoher Größe, zu gießen, deren auf der Insel Rhodus nicht weniger als hundert standen. Der römische Konsul Mutian fand in Athen 3000 bronzene Statuen, 3000 auf Rhodus, eben so viele bei Olympia und Delphi, obgleich von diesem letztern Orte schon eine Menge vorher weggebracht waren.

Der Hauptpunkt beim Gießen bronzener Statuen besteht in der gehörigen Dünnflüssigkeit des Metalles, so daß es in alle, auch die feinsten Theile der Form leicht einfließt. Es muß ferner hart aber auch nicht all zu spröde sein, um zufälligen Stößen gut zu widerstehn, durch die Einflüsse der Witterung nicht leiden, dabei aber doch geneigt sein, sich oberflächlich zu oxydiren und den bekannten grünen Ueberzug, der bei den antiken Bronzen unter dem Namen patina antiqua so sehr in Ruf steht, anzunehmen. Die chemische Zusammensetzung, nach der sich diese Eigenschaften richten, ist daher bei der Bronze ein sehr wesentlicher Umstand.

Die zur Zeit Ludwigs des XIV. in der Bronzegießerei so berühmten Gebrüder Keller verwandten schon die größte Aufmerksamkeit auf das richtige Verhältniß der Bestandtheile, selbst mehr, als es bei vielen jetzt lebenden Bronzegießern der Fall ist. So bieten die Bildsäule von Desair auf der place Dauphine, und die große Säule auf der place Vendôme Beispiele von sehr fehlerhaftem Guß in Folge der schlechten Zusammensetzung der Masse dar. Die chemische Analyse mehrerer Proben der letztern Säule, nämlich einer von den Basreliefs des Piedestals, einer von dem Schaft, und einer von dem Kapitäl, ergab, daß die erste auf 94 Prozent Kupfer nur 6 Prozent Zusatz, die zweite noch weniger, und die dritte gar nur 0,21 Prozent Zusatz enthielt. Man sieht hieraus ganz deutlich, daß der Gießer es nicht verstanden hat, die Legirung beim Schmelzen in unveränderter Mischung zu erhalten, daß sich das Zinn oxydirt hat, und das Kupfer fast rein zurückgeblieben ist, und daß er die zinnärmste und schwerschmelzbarste Legirung, die daher auch den schlechtesten Guß geben mußte, in dem Kapitäl, überhaupt dem obern Theile der Säule untergebracht hat, wo die Fehler nicht so bemerkt werden können. Die Kanonen, die das Gouvernement zum Guß dieser Säule verwandte, bestanden durchschnittlich aus:

Kupfer	89,360
Zinn	10,040
Blei	0,102
Silber, Zink, Eisen und Verlust . . .	0,498
	100,000

Digitized by Google

Die Förmerei der Basreliefs war so schlecht ausgeführt, daß die Ciselirer, die zum Ausbessern der Fehler angestellt wurden, nicht weniger als 70 Tonnen (etwa 140000 Pfund) Bronze wegzunehmen hatten, die sie außer 300000 Frcs. für ihre Arbeit bekamen.

Die von den Gebrüdern Keller herrührenden Statuen in Versailles haben die folgende Zusammensetzung ergeben:

	Nro. 1.	Nro. 2.	Nro. 3.	Im Mittel.
Kupfer	91,30	91,68	91,22	91,40
Zinn	1,00	2,32	1,78	1,70
Zink	6,09	4,93	5,57	5,53
Blei	1,61	1,07	1,43	1,37
	100,00	100,00	100,00	100,00

Die Bronze der Statue Ludwigs des XV. besteht aus:

Kupfer	82,45
Zink	10,30
Zinn	4,10
Blei	3,15
	100,00

Das spezifische Gewicht dieser Bronze ist 8,182.

Die beste Zusammensetzung der zum Ausprägen von Medaillen und Münzen bestimmten Bronze ist 8 bis 12 Zinn auf 92 bis 88 Kupfer, also durchschnittlich 1 Zinn auf 9 Kupfer. Setzt man dieser Mischung noch 2 bis 3 Prozent Zink zu, so entsteht eine noch schönere Bronzefarbe. Gerade in dieser Beziehung ist auch die Bronze der Gebrüder Keller sehr ausgezeichnet. Beim Prägen gibt man drei oder vier Stöße, glüht aber die Stücke zwischen je zwei Stößen einmal aus und löscht sie in kaltem Wasser ab.

Das Glockenmetall oder die Glockenspeise besteht aus 78 Kupfer gegen 22 Zinn; sie hat ein ganz feinkörniges Gefüge, ist leicht schmelzbar und klingend. Zusätze von andern Metallen sind eher schädlich als vortheilhaft, und werden auch nur der Kostenersparung wegen angewandt. Die Analyse einiger englischen Glocken hat eine Zusammensetzung von 80 Kupfer, 10,1 Zinn, 5,6 Zink und 4,3 Blei ergeben. Dieses letztere ist besonders sehr nachtheilig, zumal wenn es in so großer Menge vorhanden; denn da es wenig geneigt ist, sich mit Kupfer zu legiren, so scheidet es sich in einzelnen Parthien aus, wodurch die Gleichförmigkeit der Masse wesentlich beeinträchtigt wird.

Die chinesischen Tam-Tams oder bronzenen Zymbeln. Diese eigenthümlichen, beckenartigen Instrumente werden mit dem Hammer getrieben; sind sehr dünn und haben die Form eines ganz flachen runden Kessels. Nach dem chinesischen Worte Thoung (Glocke) werden sie auch wohl Gong-Gongs genannt. Nach Klaproths Analyse enthalten sie nichts, als Kupfer und Zinn in dem Verhältniß von 78 zu 22. Das spezifische Gewicht ist = 8,815. Unmittelbar nach dem Gießen ist diese Legirung so spröde, wie Glas; wird sie aber kirschroth glühend gemacht und in kaltem Wasser abgelöscht, so wird sie weich und hämmerbar. Bei diesem Ausglühen legt man die gegossene Scheibe zwischen zwei Eisenplatten, damit sie beim Weichwerden ihre Form nicht verliert.

Durch diese Behandlung, deren Beschreibung wir einer höchst interessanten Arbeit Darcets verdanken, lassen sich also alle bronzenen Sachen, die je nach ihrer Mischung mehr oder weniger spröde sind, ihrer Sprödigkeit und Zerbrechlichkeit berauben, wie dies z. B. bei bronzenen Mörsern von Wichtigkeit ist.

Antike bronzene Schwerter bestanden nach Klaproths Analyse aus 87½ Kupfer und 12½ Zinn. Die Federn antiker Ballisten aus 97 Kupfer und 3 Zinn.

Das Kanonenmetall ist eine Legirung von ungefähr 90 bis 91 Kupfer auf 10 bis 9 Zinn. Nach Versuchen von Papacino-d'Antony,

Digitized by Google

die im Jahr 1770 in Turin angestellt wurden, scheint das zweckmäßigste Mengenverhältniß für große Kaliber in 12 bis 14 Zinn auf 100 Kupfer zu bestehen. Nach den im Jahr 1786 zu Douai angestellten Versuchen des Grafen Lamartilliere dagegen darf die Menge des Zinns auf 100 Kupfer nicht unter 8 sinken, aber auch nicht über 11 gehn. Unter allen Legirungen von Zinn und Kupfer besitzt die von 1 Theil Zinn auf 10 Kupfer die größte Festigkeit, eignet sich daher am besten zum Geschützmetall.

Vergoldete Bronze. Bei der zum Vergolden bestimmten Bronze kommt es hauptsächlich auf Leichtschmelzbarkeit und Dünnflüssigkeit an, damit sie recht scharfe Güsse gestattet, und zugleich auf einen gewissen Grad von Dichtigkeit, damit sie weniger Gold verschluckt. Bloße Legierungen von Kupfer und Zink sind beim Schmelzen nicht dünnflüssig genug, geben keine schönen Abgüsse, bedürfen zum Vergolden verhältnißmäßig viel Gold, bekommen beim Erstarren leicht Risse, und sind zu zähe und weich zum Drehen und Ziseliren. Wollte man, um einen größeren Härtegrad zu erzielen, die Menge des Zinks vermehren, so würde die zu einer guten Vergoldung nothwendige gelbe Farbe der Unterlage mehr in eine graue übergehen.

Weit zweckmäßiger ist dagegen eine vierfache Legirung von Kupfer, Zink, Zinn und Blei, die in dem Verhältniß von 82 Kupfer, 18 Zink, 3 oder 1 Zinn, 1½ oder 3 Blei eine sehr dichte und auch in den anderen Eigenschaften sich zum Vergolden sehr gut eignende Bronze liefert. Zu kleineren Sachen eignet sich am besten die Legirung mit größerem Bleigehalt, die weniger zähe, dagegen aber dichter ist. Eine andere Bronze, die zum Vergolden nur ⅔ von der gewöhnlich nöthigen Goldmenge erfordern soll, besteht aus 82,257 Kupfer; 17,481 Zink; 0,238 Zinn und 0,024 Blei.

Um die patina antiqua, von der schon oben die Rede war, künstlich nachzubilden, geht man folgendermaßen zu Werke: Man löst 2 Drachmen Salmiak und ¼ Drachme Kleesalz in 28 Loth reinem wasserklaren Essig, taucht einen Pinsel in diese Lösung, drückt ihn sanft zwischen den Fingern aus und bestreicht nun mit ihm die wohlgereinigte Oberfläche des Gegenstandes, der vorher in der Sonne oder auf einem Ofen mäßig gewärmt sein kann. Derselbe Anstrich wird noch einige Male wiederholt, bis die verlangte grüne Färbung in der gewünschten Intensität zum Vorschein kommt.

Ein etwas abgeändertes Verfahren besteht darin, daß man 1 Theil Salmiak, 3 Theile Weinstein und 6 Theile Kochsalz in 12 Theilen heißem Wasser löst, dieser Flüssigkeit 8 Theile einer Auflösung von salpetersaurem Kupfer von 1,160 spez. Gew. zusetzt und hiemit das zu bronzirende Stück mehrere Male bestreicht, es aber nach jedem Anstrich eine Zeit lang an einem feuchten Orte liegen läßt. Es entsteht dadurch bald ein dauerhaft grüner Ueberzug, der nach und nach an Schönheit noch zunimmt. Je mehr Salz zu der Mischung genommen wird, um so mehr spielt das erhaltene Grün ins Gelbliche, je weniger, um so mehr ins Blaue. Ein vermehrter Zusatz von Salmiak beschleunigt zwar das Anlaufen, ist aber nicht zu empfehlen, weil der Ueberzug um so dauerhafter und schöner ausfällt, je langsamer er entsteht.

Beim Schmelzen der Bronze muß mit möglichster Geschwindigkeit zu Werke gegangen werden, damit nicht durch Oxydation ein Verlust an Zink, Zinn und Blei eintritt. Im Großen geschieht es gewöhnlich in Flammöfen, mit elliptisch gestaltetem Herde. Die Glockengießer haben Oefen mit einfachen Zuglöchern in der gewölbten Decke, ohne Schornstein, weil das Glockengut keinen so hohen Hitzgrad erfordert, als z. B. Gußeisen; jedenfalls aber ist es auch beim Schmelzen von Glockengut Regel, so schnell wie möglich zu schmelzen, und die Oberfläche des Metalles mit Kohlenklein oder Kokes bedeckt zu halten. Man schmelzt allemal zuerst das Kupfer ein, und gibt, wenn dieses vollständig in Fluß gekommen ist, die anderen Metalle hinzu. Beim Zusatz des Zinks

Digitized by Google

muß man suchen, es auf den Grund des geschmolzenen Kupfers hinabzubringen, weil sich sonst ein guter Theil verflüchtigt und verbrennt, bevor er einmal mit Kupfer in Verbindung tritt.

Sobald die Metalle zusammengeschmolzen und gehörig durchgerührt sind, muß sofort der Guß erfolgen. Ebenso müssen die gegossenen Stücke möglichst schnell abgekühlt werden, weil die Bestandtheile der Bronze sehr geneigt sind, sich in verschiedene Legirungen, von verschiedener Zusammensetzung zu sondern, und die so genannten Zinnflecke zu bilden, was natürlich beim langsamen Erkalten der Masse in weit höherem Grade eintritt, als bei plötzlichem Erstarren.

Viele Bronzearbeiter behaupten, daß ein kleiner Eisengehalt der Bronze zuträglich sei, und bewirken ihn dadurch, daß sie dem schmelzenden Kupfer etwas Weißblech zugeben.

Spiegelmetall zu Teleskopen und anderen optischen Apparaten wird gewöhnlich aus 1 Theil Zinn und 2 Theilen Kupfer (also sehr nahe 1 Atom Zinn auf 4 Atome Kupfer) zusammengesetzt. Unter der großen Zahl von verschiedenen Legirungen, die schon zu diesem Zweck in Vorschlag gebracht sind, ist die so eben angegebene wohl die beste; sie zeichnet sich durch Weiße, Glanz, Härte und Sprödigkeit ganz besonders aus, und nimmt daher eine ausgezeichnet schöne Politur an.

Will man einem bronzenen Gußstück eine ganz rein metallische Oberfläche geben, so nimmt man dazu am besten Salpetersäure von 1,324 spez. Gew., der man gewöhnlich ein wenig Kochsalz und Ruß zusetzt. Dieser letztere dürfte dabei ganz überflüssig sein. Die Oberfläche des Stückes wird mit dieser Säure abgerieben, in vielem Wasser gut abgewaschen und endlich mit Sägespänen oder einem reinen Läppchen getrocknet.

Gegenstände, die vergoldet werden sollen, werden nach dem Gießen gewöhnlich auf glühenden Kohlen schwach ausgeglüht. Durch diese Behandlung wird die Oberfläche theils von allen etwa anhängenden fettigen Theilen gereinigt, theils auch nimmt sie durch Verdampfen eines kleinen Antheils Zink nach dem Abbeitzen eine mehr hochgelbe Farbe an, auf welcher sich die Vergoldung besonders gut ausnimmt.

Bronziren. Bronziren heißt, der Oberfläche irgend eines Gegenstandes von Holz, Gyps, oder anderem Material ein bronzeartiges Ansehen geben. Der Begriff des Wortes wird aber auch wohl dahin ausgedehnt, daß man darunter versteht, irgend einem nicht metallischen Gegenstande ein metallisches Ansehen ertheilen. Man bedient sich dazu höchst fein zertheilter oder pulverisirter Metalle. Der Gegenstand wird zuerst mit Leinölfirniß bestrichen, und, wenn dieser fast getrocknet ist, mit dem Bronzepulver, das aus Blattgold, Metallgold, Musivgold, oder metallisch niedergeschlagenem Kupfer angefertigt wird, mittelst eines Staubbeutels bestäubt und darauf mit einem leinenen Läppchen gerieben. Man kann auch den Leinölfirniß vorher mit dem Bronzepulver zusammen reiben, und die Bronze sowie eine Farbe auftragen. Zum Bronziren von Papier oder Holz wird statt des Leinölfirnisses wohl arabisches Gummi angewandt. Kupferbronze wird mit einer Auflösung von salpetersaurem Kupfer dargestellt, aus welcher man das Kupfer durch hineingelegte ganz reine Eisenplatten sich niederschlagen läßt, es dann auswäscht, trocknet und feinreibt. Zuletzt gibt man wohl eine oder einige Anstriche von Weingeistfirniß.

Um Gypsabgüssen einen sehr dauerhaften grünen, bronzeähnlichen Ueberzug zu geben, der den Gyps vorzüglich gut und viel besser, wie gewöhnlicher Leinölfirniß gegen die Einflüsse der Witterung schützt, geht man folgendermaßen zu Werke: Man bereitet zuvörderst eine Seife aus Leinöl und ätzender Natronlauge, gibt, wenn die Verseifung eingetreten ist, eine konzentrirte Kochsalzlösung hinzu, und dampft nun die Seifenlösung soweit ein, bis sie auf der Oberfläche eine etwas körnige Beschaffenheit annimmt. Man seiht sie nun durch ein Stück Leinwand,

Digitized by Google

verdünnt die durchgelaufene Seifenlösung mit kochendem Wasser, und filtrirt noch einmal. Zu gleicher Zeit löst man 4 Theile Kupfervitriol und 1 Theil Eisenvitriol in heißem Wasser, und setzt diese Lösung langsam und unter beständigem Rühren zu der Seifenlösung, so lange der dabei entstehende Niederschlag noch zunimmt. Dieser Niederschlag nämlich ist eine Mischung von Kupfer- und Eisenseife, d. h. von ölsaurem Kupferoxyd und Eisenoxyd. Das erstere ist grün, das letztere rothbraun, daher denn die Mischung beider ganz die bräunlich grüne Farbe der antiken Bronzen darbietet. Der Niederschlag der Metallseifen wird abfiltrirt, und mit einer Portion der gemischten Kupfer- und Eisenlösung in einem kupfernen Kessel ausgekocht, hierauf nach einigem Stehen die Lösung wieder abgegossen, durch reines warmes Wasser ersetzt, dieses nach kurzem Kochen über dem Niederschlage wieder abgegeben, hierauf mit kaltem Wasser nachgewaschen, der Niederschlag in einem leinenen Säckchen ausgepreßt und getrocknet.

Das so erhaltene trockne ölsaure Kupfer- und Eisenoxyd wird nun auf folgende Art angewandt. Man kocht 3 Pfund reines Leinöl mit 24 Loth pulverisirter Glätte, filtrirt durch Leinwand und läßt den Firniß an einem warmen Orte stehn, bis er sich geklärt hat. Von diesem Leinölfirniß werden 30 Loth mit 24 Loth der oben beschriebenen Metallseife und 10 Loth weißem Wachs in einer Porzellanschale bei mäßiger Wärme zusammengeschmolzen, was am besten und sichersten in einem Wasserbad geschieht, und so im geschmolzenen Zustande gehalten, bis alle, etwa in ihr enthaltene Feuchtigkeit vollständig verdunstet ist. Ist Alles so weit fertig, so trägt man den Firniß heiß auf den bis zu etwa 97° erhitzten Gyps mit einem Pinsel auf. Wenn diese Arbeit mit Geschicklichkeit ausgeführt und besonders die Temperatur richtig beobachtet wird, so dringt die Masse in den Gyps ein und bildet zugleich einen ganz feinen Ueberzug, ohne irgend die feineren Konturen der Büste zu verdecken. Wenn nach Verlauf von einigen Tagen kein Geruch mehr an der Büste zu bemerken ist, so reibt man die ganze Oberfläche mit Baumwolle oder feinen Leinenläppchen ab und bronzirt sie an den hervorragenden Theilen mit etwas Musivgold. Kleinere Gegenstände kann man ganz in den geschmolzenen Firniß eintauchen und dann so lange ans Feuer halten, bis er eingezogen ist.

Gypsfiguren gibt man zuweilen dadurch ein weißes metallisches Ansehen, daß man sie mit einem Amalgam von gleichen Theilen Quecksilber, Wismuth und Zinn einreibt, und ihnen dann einen Firnißüberzug gibt. Eine Eisenbronzirung wird mit fein pulverisirtem und geschlämmtem Graphit bewirkt. Will man gußeisernen Büsten und anderen Sachen ein kupferrothes metallisches Ansehen geben, so kann man sie nach sorgfältiger Reinigung der Oberfläche in eine Lösung von Kupfervitriol eintauchen, wodurch sich eine feine Haut von metallischem Kupfer auf das Eisen niederschlägt.

Unter Bronziren von Kupfer versteht man eine eigenthümliche Behandlung, durch welche auf der Oberfläche desselben ein höchst feiner Ueberzug von Orndul entsteht, der dem Kupfer ein sehr angenehmes, gelblich oder röthlich braunes mattes Ansehen verleiht. Münzen und Medaillen lassen sich auf folgende Art sehr hübsch bronziren. Man löst 2 Theile Grünspan und 1 Theil Salmiak in Essig, bringt die Lösung zum Kochen, schäumt sie ab, und verdünnt sie so stark mit Wasser, bis sie nur noch ganz schwach metallisch schmeckt, und beim ferneren Verdünnen keinen weißen Niederschlag mehr bildet. Diese Lösung bringt man in einer Porzellanschale zum lebhaften Sieden, und gießt sie nun rasch auf die Münzen, die vorher, besonders von allen fettigen Theilen, völlig gereinigt und in eine andere Schale eingelegt oder besser so in ihr aufgestellt sind, daß sie sich gegenseitig nicht berühren. Ist die heiße Bronzirflüssigkeit auf die Münzen gegeben, so setzt man die Schale aufs Feuer und läßt die Flüssigkeit zum Sieden kommen. Sobald man bemerkt, daß sich die

Digitized by Google

verlangte Farbe in dem erforderlichen Grade von Intensität ausgebildet hat, nimmt man die Münzen aus der Flüssigkeit, und spühlt sie in reinem Wasser ab. Läßt man in der Absicht, eine recht starke Bronzirung zu erhalten, die Münzen zu lange mit der Flüssigkeit kochen, so wird der Oxydulüberzug bald so dick, daß er sich von dem Kupfer leicht ablöst, während eine richtig bewirkte Bronzirung so fest auf dem Kupfer haftet, daß sie selbst durch Reiben nicht heruntergeht. Nur durch einige Uebung kommt man dahin, mit Sicherheit den Zeitpunkt zu erkennen, wo die Münzen aus dem Bad genommen werden müssen. Auch ist es wichtig, daß die Bronzirflüssigkeit nicht zu konzentrirt genommen werde, weil in diesem Fall der Ueberzug nur wenig Festigkeit gewinnt, und durch Reibung leicht abgeht; und sich außerdem ein weißes Pulver auf den Münzen absetzt, das nachher an der Luft grün wird, und die Schönheit der Bronzirung sehr beeinträchtigt.

Durch Bestreichen mit einer sehr verdünnten Auflösung von Schwefelleber kann man ebenfalls einen braunen Ueberzug, Schwefelkupfer, auf Kupfer erzeugen, der aber weder schön, noch haltbar ist.

Die Chinesen sollen ihre Kupfergeschirre auf die Art bronziren, daß sie 4 Loth Grünspan, 4 Loth Zinnober, 10 Loth Salmiak und 10 Loth Alaun pulverisiren, mit Essig zu einem Brei anmachen, und diesen wie eine Farbe ziemlich dick auf die vorher blank geschenerte Oberfläche auftragen. Sie halten das Geschirr nun einen Augenblick über Feuer, um es gleichmäßig durchzuwärmen, lassen es abkühlen, waschen und trocknen es, worauf dann dieselbe Prozedur noch ein, oder wo nöthig, noch einige Male wiederholt wird. Durch einen Zusatz von Kupfervitriol wird die Farbe dunkler braun, durch Borax dagegen mehr gelblich. Nach Ure's Meinung soll sich hiebei auf dem Kupfer durch Zersetzung von Zinnober eine dünne Kruste von Schwefelkupfer erzeugen, daher er denn auch die Vermuthung aufstellt, daß die Bronzirung auch mit reinem Zinnober bewirkt werden könnte.

Das Brüniren der Flintenläufe mag der nahen Verwandtschaft der Sache wegen, gleich hier mit abgehandelt werden. Man bezweckt damit, den Flintenläufen oder auch anderem Eisenwerk einen dünnen Oxydüberzug zu geben, theils um dadurch das Eisen vor dem ferneren Rosten und Anlaufen beim Anfassen zu schützen, theils den Metallglanz der Oberfläche aufzuheben, der beim Zielen oft sehr störend ist, theils, bei Militärgewehren, sie soviel wie möglich den Blicken des Feindes zu entziehen, theils endlich, und hauptsächlich wohl des gefälligeren Ansehens wegen. In dieser letzteren Beziehung eignet sich das Brüniren ganz besonders für damascirte Läufe, die dadurch ein ungemein schönes Ansehen erlangen. Die Sache besteht in nichts weiterem, als einen ganz dünnen, gleichmäßigen, festhaftenden Rostüberzug hervorzubringen und diesem durch Einreiben von Wachs, oder durch Schellackfirniß eine mäßig glänzende Oberfläche zu geben.

Man hat eine Menge verschiedener Methoden, einen solchen Rostüberzug hervorzubringen. Entweder bringt man die Läufe in einen Raum, in welchem Dämpfe von Salzsäure entwickelt werden, oder bestreicht sie wiederholt mit einer sehr verdünnten Mischung von Salz- und Salpetersäure. Das gewöhnlichste Brünirmittel aber ist Chorantimon (Spießglanzbutter), das man danach wohl Brünirsalz nennt. Man bereitet eine innige Mischung von Spießglanzbutter mit Olivenöl und reibt damit das schwach erwärmte Eisen ein, setzt dieses nun eine Zeit lang der Luft aus, und wiederholt das Einreiben noch einige Male bis der Ueberzug die verlangte Stärke angenommen hat. Um das Anlaufen zu beschleunigen, kann man nach dem Einreiben der Mischung den Lauf noch mit ein wenig Scheidewasser einreiben. Der Lauf wird nun sorgfältig gereinigt, mit reinem Wasser gewaschen, getrocknet, und zuletzt entweder mit dem Polirstahl polirt, oder mit weißem Wachs ein-

Digitized by Google

gerieben, oder endlich mit einer Auflösung 4 Loth Schellack und ¾ Loth Drachenblut in 2 Quart Weingeist gefirnißt.

Ein anderes Verfahren ist das Folgende: Man bereitet eine Auflösung von 1 Loth Scheidewasser, 1 Loth versüßtem Salpetergeist, 2 Loth Weingeist, 4 Loth Kupfervitriol und 2 Loth Eisentinktur (Auflösung von Chloreisen in Weingeist) in so viel Wasser, daß das Ganze 1 Quart Flüssigkeit darstellt. Der gehörig blank polirte Lauf wird mit ungelöschtem Kalk und Wasser abgerieben, um alle Spuren von anhängendem Fett wegzunehmen, das Zündloch mit Wachs verstopft und in beide Enden hölzerne Pflöcke eingeschlagen, die nachher bei der Arbeit zum Handhaben des Laufes dienen. Man trägt nun die Brünirflüssigkeit mit einem Schwamm oder einem leinenen Läppchen gleichmäßig auf das Eisen auf, stellt den Lauf 24 Stunden lang ruhig hin, und bürstet ihn dann mit einer steifen Bürste ab. Dieselbe Behandlung muß nun noch einige Male wiederholt werden. Nach dem letzten Abbürsten wäscht man den Lauf mit vielem kochenden Wasser, worin ein wenig Pottasche aufgelöst worden, demnächst mit reinem Wasser, trocknet ihn, reibt ihn mit einem harten Polirholz und firnißt ihn mit Schellackfirniß. Endlich wird er nochmals mit einem Polirholze polirt.

Nach Storch entsteht eine gute Brünirflüssigkeit durch Auflösung von 1 Theil Kupfervitriol, ½ Theil eisenhaltigem Schwefeläther und 4 Theilen destillirtem Wasser.

Brot. (Bread. Pain.) Eine mehr oder weniger poröse (schwammige) Masse, die durch Backen eines, mittelst Hefe oder eines sonstigen Fermentes in Gährung versetzten Weitzen- oder Roggenmehlteiges entsteht; das erste Nahrungsmittel aller zivilisirten Nationen.

Nach der so eben gegebenen Definition gehören alle gebackenen, nicht aber vorher gegohrnen Teige, streng genommen auch nicht zu den Brotarten, sondern sind vielmehr den Kuchen zuzurechnen.

Nach Plinius soll die Gerste am frühesten zur Nahrung gedient haben, und erst spät, nachdem man längst gelernt hatte, das Korn zu mahlen, wurde die Kunst erfunden, eigentliches Brot daraus herzustellen.

Die Erfindung der Backöfen gehört dem Orient an. Schon die Juden, Griechen und mehrere asiatische Völkerschaften hatten eigends zum Backen bestimmte Oefen, und die Bäckerei bildete schon bei ihnen ein eigenes Gewerbe; besonders die Kappadozier, Lydier und Phönizier sollen sich im Brotbacken ausgezeichnet haben; erst 350 Jahre nach der Gründung Roms brachten die Römer bei ihrer Rückkehr von Mazedonien griechische Bäcker nach Italien, und erst von dieser Zeit scheint sich die Ausbreitung der Brotbäckerei im Abendlande zu datiren. Die älteste Art, das Korn zu zerkleinern, bestand darin, es in Mörsern zu zerstampfen, daher denn auch die Bäcker, selbst nachdem sie längst angefangen hatten, sich der Handmühlen zu bedienen, noch immer pistores, von pinsere, zerstoßen, und die Bäckereien pistoriae heißen. Zur Zeit des Augustus zählte Rom nicht weniger als 329 öffentliche Bäckereien, die fast sämmtlich von Griechen betrieben wurden; deren Ruf als beste Bäcker sich noch lange erhielt.

Die Klugheit, mit der die Römer das wahre Interesse ihres Staates zu fördern wußten, gibt sich in hohem Grade in den Maßregeln kund, die sie hinsichtlich der Ansiedlung griechischer Bäcker in Rom trafen. Jenen aus Mazedonien mitgebrachten griechischen Bäckern nämlich gaben sie eine Anzahl Freigelassener zu, die mit ihnen eine Art Korporation bildeten, aus welcher weder sie noch ihre Kinder jemals austreten durften, und von welcher ein Jeder, der die Tochter eines Bäckers heirathete, Mitglied werden mußte. Alle Mühlen, Werkzeuge, Sclaven, Thiere, kurz Alles, was zur Bäckerei gehörte, war der Verwaltung dieser Bäckergilde anvertraut. Außerdem bekam sie ein bedeutendes Stück Landes, und wurde auf alle Art unterstützt, um ihr anerkannt

Digitized by Google

wichtiges Gewerbe mit größtem Vortheil, der wieder dem allgemeinen Besten zu Gute kommen mußte, betreiben zu können. Der schon früher bei den Römern bestehende Gebrauch, kleinerer Vergehen überwiesene Sträflinge zum Kornmahlen zu verurtheilen, kam der neuen Bäckergilde sehr zu Statten, und selbst die Gerichte ihrer afrikanischen Besitzungen mußten ihre derartigen Sträflinge alle fünf Jahre nach Rom schicken. Die Bäckereien waren auf die 14 Bezirke der Stadt vertheilt, und kein Bäcker durfte ohne spezielle Erlaubniß von einem Bezirk nach dem andern umziehen. Die öffentlichen Kornmagazine standen unter Aufsicht der Bäckergilde. Wenn Brot unter die ärmern Bewohner vertheilt werden mußte, erhielten die Bäcker das Korn aus den Magazinen frei, im Uebrigen hing die Bestimmung des Kornpreises vom Magistrate ab. Es durfte aus den Magazinen nur allein an die römischen Bäcker und an den Fürsten zu seinem Privatgebrauche Korn verabfolgt werden. Außer den großen Magazinen hatten die Bäcker noch ihre Privatkornmagazine, in denen sie das aus den ersteren erhaltene Korn bis zum Gebrauch aufbewahrten; und wurde ein Bäcker überführt, Korn zu irgend einem anderen Zwecke, außer zu seiner eigenen Bäckerei weggegeben oder sonst verwandt zu haben, so verfiel er in eine ungeheure Strafe.

Sehr viele von diesen Anordnungen gingen nicht lange nachher nach Gallien über, weit später aber fanden sie in den übrigen Ländern des nördlichen Europa Anklang. Nach Borrichius war in Schweden und Norwegen bis zur Mitte des 16. Jahrhunderts kein anderes Brot bekannt, als ungegohrne harte Kuchen, die ohne alles Weitere aus Mehl und Wasser geknetet wurden.

In welcher Zeit die Bäckerei in England angefangen haben möge, ein eigenes Gewerbe zu bilden, ist nicht genau bekannt. Gegenwärtig aber wird sie in allen Ländern Europas als ein selbstständiges Gewerbe betrieben, und auch das Verfahren beim Backen ist überall fast dasselbe.

Die Franzosen, denen im Ganzen wohl der Ruf der Meisterschaft im Brotbacken gebührt, haben eine Menge verschiedener Brotarten. Das allergröbste ist das pain bis (Schwarzbrot) das aus grobgemahlenem Rocken mit ein wenig feinem Mehle gemacht wird. Dann folgt das pain bis-blanc (halbweißes Brot) eine Mittelsorte zwischen Schwarz- und Weißbrot, die aus feinem Roggenmehl und Weizenmehl gebacken wird. Das gewöhnliche Weißbrot wird aus Weizenmehl, nach Absichten des allerfeinsten, bereitet; das pain mollet aus dem allerfeinsten Weizenmehl ohne weitern Zusatz; das pain chaland, ein äußerst weißes Brot; das pain chapelé, eine Art kleiner Bröte aus stark geknetetem und gut aufgehenden Teige mit etwas Butter und Milch angemacht. Denselben Namen bekommt auch eine andere Art kleiner Bröte, deren Rinde mit einem Messer abgeschnitten oder mit einer Raspel abgeraspelt ist; ferner das pain cornu, nach der vier- oder noch mehreckigen Gestalt so genannt, aus dem allerfeinsten Teige; dann das pain à la reine, pain à la Sigovie und andere, die sich hauptsächlich nur durch größere oder geringere Lockerheit der Masse unterscheiden. Das pain gruau ist ein kleines, sehr weißes Brot, das gegenwärtig in Paris sehr beliebt ist, und aus dem feinen Gries gebacken wird, der durch Sieben von grobgemahlenem sehr schönen Weizen entsteht, und in Gestalt harter körniger Theilchen erscheint.

In England hat man keine so große Mannigfaltigkeit verschiedener Brotarten, und die vorhandenen Sorten unterscheiden sich nur in dem verschiedenen Grade von Reinheit. Das feinste englische Weißbrod wird aus dem feinsten Mehl gebacken, eine etwas geringere Sorte aus gutem Mehl und ganz feiner Kleie, das gewöhnliche Brot, wie es im Haushalte gebraucht wird, aus dem ganzen Mehl, wie es geradezu beim Mahlen des Weizen erhalten wird, ohne daß das feinste Mehl und Kleie davon getrennt werden. Das Symnel bread, das Manchet oder Roll-bread und das French bread werden alle aus ganz feinem Weizenmehl

Digitized by Google

gemacht, nur daß zu dem **Rollbread** etwas Milch, und zu dem **French bread** Eier und Butter kommen. Dann ferner **Gingerbread**, eine aus Mehl, Mandeln, Lakritzen, Anis, Rosenwasser und Zucker oder Syrup bestehende Kuchenart, und das **Mastlin bread** aus Weitzen und Roggen und zuweilen aus Weitzen und Gerste. Außer diesen werden noch verschiedene Arten kleiner Bröte gebacken, deren Namen sich meistens auf ihre Form beziehen, und die sämmtlich ungemein locker und mit etwas Zucker, Korinthen oder andern wohlschmeckenden Ingredienzen gewürzt sind. In Schottland wird häufig eine Art Kuchen gegessen, der aus einem sehr steifen, mit Butter, Zucker und etwas Orangenschale oder anderen Gewürzen angemachte Teige gebacken wird.

Das Verfahren beim Brotbacken ist, wie schon erwähnt, fast in allen Ländern von Europa dasselbe, obschon die Materialien je nach den verschiedenen Klimaten und Bodenarten, wie sie der einen oder anderen Getraideart gerade entsprechen, variren. Wo die örtlichen Verhältnisse den Weitzenbau begünstigen, wird auch fast nur Weitzen zum Brote genommen.

Die Hauptbestandtheile des Weizenmehls sind 1. Stärke, die im kalten Wasser ganz unlöslich ist, mit heißem Wasser aber zu einer gallertartigen Verbindung zusammentritt; 2. Kleber, eine graue, klebrige in Wasser, Weingeist, Oel und Aether ganz unlösliche Materie, die ihren Gesammteigenschaften und insbesondere ihrer Zusammensetzung nach sich am meisten den animalischen Substanzen nähert; und 3. etwas Gummi und Zucker, die sich in kaltem Wasser lösen, und beim Abdampfen der Lösung als ein süßlich klebriges Extrakt zurückbleiben. Wenn man Mehl mit Wasser anmacht, so entsteht ein zäher, schwer verdaulicher Teig, in welchem also die so eben aufgezählten Bestandtheile enthalten sind. Durch Erhitzen wird er schon genießbarer, bleibt jedoch im Verhältniß zu aufgegangenem Brote noch immer sehr schwer verdaulich, und erst durch Zusatz von Sauerteig oder Hefe nimmt der Mehlteig die lockere, schwammige, und eben daher leicht verdauliche Beschaffenheit an. Sauerteig ist nichts weiter, wie eine Portion Teig, den man an einem warmen Orte in Gährung gerathen läßt, wobei er anschwillt, und eine schwammige Beschaffenheit, einen säuerlich geistigen Geruch und sauren Geschmack annimmt. Mischt man diesen Sauerteig in gehörigem Verhältniß mit frischem Teige, so geht dieser weit schneller und stärker auf, als er allein für sich gethan haben würde, und bekommt zugleich einen gewissen Grad von Festigkeit, so daß also die Güte des Brotes sehr wesentlich von dem dazu verwandten Sauerteig abhängt.

In älteren Zeiten wurde nur mit Sauerteig gebacken, und erst in neuerer Zeit ist die große Verbesserung in der Bäckerei eingeführt, das Aufgehen des Brotes, wenigstens des Weißbrotes, durch Hefe oder Gest zu bewirken, die sich beim Gähren der Bierwürze in Gestalt einer schaumigen Masse auf ihrer Oberfläche ansammelt. Hefe bewirkt ein weit schnelleres und vollkommneres Aufgehn des Teiges, daher denn solches Brot weit lockerer ausfällt, und nicht den sauren, unangenehmen Geschmack besitzt, den es durch Sauerteig annimmt, besonders, wenn zuviel davon zugesetzt wird, oder wenn er zu alt, und stark sauer geworden ist.

Vor der weitern Erklärung der Theorie des Brotbackens mögen hier einige Analysen verschiedener Weitzen- und anderer Getraidearten einen Platz finden:

Digitized by Google

Bestandtheile verschiedener Weitzenmehlsorten von triticum hybernum und turgidum nach Vauquelin.

Weitzensorte.	Wasser	Kleber	Stärke	Zucker	Gummi	Hülsen	Summa	Wasser zum Teig
Französisches Weitzenmehl .	10,0	10,96	71,49	4,72	3,32	—	100,49	50,3
Mehl von hartem Odessaer Weitzen	12,0	14,55	56,50	8,48	4,90	2,3	98,73	51,2
Mehl von weichem Odessaer Weitzen	10,0	12,00	62,00	7,56	5,80	1,2	98,42	54,8
Dasselbe Mehl . . .	8,0	12,10	70,84	4,90	4,60	—	100,41	37,4
Dasselbe Mehl . . .	12,0	7,30	72,00	5,42	3,30	—	100,02	37,2
Gewöhnlicher Weitzen der französischen Bäcker . .	10,0	10,20	72,80	4,20	2,80	—	100,00	40,6
Mehl der pariser Krankenhäuser, 1te Sorte . . .	8,0	10,30	71,20	4,80	3,60	—	97,90	37,8
Dasselbe, 3te Sorte .	12,0	9,02	67,78	4,80	4,60	2,0	100,21	37,8

Analysen von Vogel, Proust und Vauquelin.

Mehlsorte.	Wasser	Kleber	Stärke	Zucker	Gummi	Eiweißstoff	Hülsen
Mehl von triticum spelta (nach Vogel)	1	22	74	5,5	1	1,50	—
Mehl von triticum hybernum (n. Vogel)	1	24	68	5,0	1	1,50	—
Mehl von gewöhnlichem Weitzen (nach Proust)	—	12,5	74,5	12,0	2	—	—
Mischung von Weitzen- und Roggenmehl (nach Vauquelin)	6	9,8	75,5	4,22	3,28	—	1,2

Analysen von Hafer- und Gerstenmehl.

Mehlsorte.	Stärke	Schleim	Kleber	Eiweißstoff	Zucker	Fettes Oel	Hordein
Weißes Hafermehl (nach Vogel) .	59,00	2,5	—	4,30	8,25	2	—
Gerstenmehl (nach Proust). . . .	32	9	3	2,0 Harz	—	—	55

Man ersieht aus der ersten Tabelle unter Anderm, daß der Odessaer Weitzen ungemein reich an Zucker ist. Unter Kleber ist der Kleber von Beccaria verstanden, nämlich das natürliche Gemenge von Pflanzenleim und Pflanzeneiweiß. Das Gummi im Weitzen ist von den gewöhnlichen Gummiarten, z. B. dem arabischen Gummi etwas verschieden, es hält Stickstoff, und gibt bei Behandlung mit Salpetersäure nicht Schleimsäure, sondern Kleesäure nebst Welterschem Bitter. Es enthält etwas sauren phosphorsauren Kalk.

Die letzte Kolumme der ersten Tabelle ergibt die Wassermenge, die in 100 Theilen Teig von gewöhnlicher Konsistenz enthalten ist, und die im Allgemeinen mit dem Klebergehalt in geradem Verhältniß steht; nur der harte Odessaer Weitzen macht davon eine Ausnahme, deren Grund darin liegt, daß die Stärke dieser Weitzenart sich nicht, wie sonst, in

Digitized by Google

fein pulverförmigem Zustande, sondern in Gestalt kleiner, fast durchsichtiger Körner, ungefähr wie gestossenes Gummi befindet, und dadurch eine mehr körnige Beschaffenheit des Mehles bedingt, in deren Folge es nicht so viel Wasser bindet, wie man seinem Klebergehalte nach erwarten sollte.

Nach Zenneck enthält das ungesichtete Mehl von triticum monococcon in 100 Theilen, 16,334 Kleber; 64,838 Stärke, 11,347 Gummi, Zucker und sonstige extraktive Theile, 7,481 Hülsen; das gesichtete Mehl gab 15,536 Kleber; 76,459 Stärke, 7,198 Zucker, Gummi und Extraktivstoff; 0,807 Hülsen, wobei es allerdings schwer zu erklären ist, wie das Sichten mit Ausnahme der Abscheidung der Hülsen, eine so bedeutende Aenderung in dem gegenseitigen Verhältniß der übrigen Bestandtheile sollte bewirken können.

Der Spelz, triticum spelta, enthält nach Vogel in 102 Theilen des feinsten Mehls, 22,5 Kleber, 74 Stärke und 5,5 Zucker.

Beim Verbrennen hinterläßt Weitzen nur sehr wenig, etwa 0,15 Prozent Asche, aus saurem phosphorsauren Natron, Kalk und Bittererde bestehend.

Roggen, der ebenfalls ein gut aufgeganges Brot zu liefern im Stande ist, besteht im Allgemeinen aus denselben Bestandtheilen, wie Weitzen, nämlich nach Einhof's Analyse aus 61,07 Stärke, 9,48 Pflanzenleim; 3,28 Pflanzeneiweiß, 3,28 unkrystallisirbaren Zucker, 11,09 Gummi; 6,38 Faser. (Verlust einschließlich einer nicht näher bestimmten Säure, und verschiedener phosphorsaurer Salze, 5,62.) Er liefert das bekannte, sehr gesunde Schwarzbrot, das zwar in England sehr wenig, um so mehr aber in Frankreich, Deutschland, Belgien und andern Ländern besonders den weniger bemittelten Klassen zur Nahrung dient.

Der eigentliche Zweck beim Brotbacken besteht darin, den Kleber und das Stärkemehl zu einer homogenen Masse zu verarbeiten, und nun in dieser auf Kosten des Zuckergehaltes einen Gährungsprozeß hervorzurufen, so daß die sich hiebei entwickelnde Kohlensäure den Teig zu einer schwammigen Masse auseinandertreibt, wobei denn eine Hauptaufgabe darin besteht, zwei Fehler, die sich leicht einstellen, auf der einen Seite, allzugroße Härte, auf der anderen, eine zu teigige Beschaffenheit des Brotes, zu vermeiden. Da das Stärkemehl in der Hitze des Backofens in dem Wassergehalte des Teiges aufschwillt und sich dabei mit dem Kleber innig verbindet, so ist es bei fertigem und richtig beschaffenen Brote unmöglich, Stärke und Kleber durch die gewöhnlichen einfachen Mittel wieder von einander zu trennen. Wenn Mehl mit Wasser zu einem Teige angemacht und gebacken wird, so entsteht je nach der dünneren oder steifern Beschaffenheit des Teiges entweder eine harte hornartige oder eine zähe, jedenfalls fast unverdauliche Masse. Findet jedoch inmitten dieses Teiges eine Gasentwicklung Statt, ohne daß das Gas der zähen Beschaffenheit der Masse wegen entweichen kann, so bilden sich unzählige Bläschen oder Zellen in der Masse aus, die nur durch feine Zwischenwände von einander getrennt sind, und diese außerordentlich feinen, dabei ziemlich trocknen, zarten und saftigen Zellenwande bilden die eigentliche Substanz der Brotkrume, die solchergestalt im Magensafte leicht löslich, oder mit andern Worten, leicht verdaulich ist.

Der gegohrne Teig, gleichviel ob die Gährung durch Sauerteig oder Hefe bewirkt worden, enthält nur noch wenig oder gar keinen Zucker mehr, statt dessen aber eine gewisse Menge, ungefähr die Hälfte vom Gewichte des Zuckers, Weingeist, und gewinnt dadurch einen weinartigen Geruch, der aber beim nachherigen Backen durch Verflüchtigung des Weingeistes verschwindet. Es ist mehrfach, unter Andern auch in einem von Hick genommenen Patente vorgeschlagen, den beim Brotbacken verdampfenden Weingeist aufzufangen und zu Gute zu machen; die Menge ist aber so unbedeutend, daß sie die Kosten der Gewinnung nicht lohnt.

Digitized by Google

Bei alle dem ist dieses Projekt schon im Großen zur Ausführung gekommen, nach einem Verlust von über 20000 Lstr. aber wieder aufgegeben.

Daß übrigens der im Mehle enthaltene Zucker in der That der Gährung zum Grunde liegt, die man vor dem als eine besondere Art von Gährung betrachtete, und Brotgährung nannte, und daß weder das Stärkemehl, noch auch der Kleber etwas damit zu thun haben, läßt sich auf unzweifelhafte Weise darthun. Die Weingährung, denn nur als solche darf die Brotgährung betrachtet werden, schreitet nur so lange, aber auch nicht länger vor, als bis der ganze Zuckergehalt des Mehles zersetzt ist, und wenn man jetzt nicht durch das Backen den Weingeist austreibt, und die Masse bis zu einem gewissen Grade austrocknet, so tritt sehr bald die saure oder Essiggährung ein. Wenn man daher ein Mehl, das wenig oder keinen Zucker enthält, absichtlich mit ein wenig Zucker anmacht, so geht der Teig ganz vortrefflich auf, und liefert ein sehr leckeres und saftiges Brot. Insofern aber diese schwammige Beschaffenheit desselben nur allein von einer Gasentwicklung inmitten des Teiges, und von der Ausdehnung dieses Gases durch die Hitze des Backofens abhängt, so ist es klar, daß jede Substanz, die eine Gasentwicklung bedingt, oder sich beim Erhitzen in Gas verwandelt, ungefähr denselben Zweck erfüllen muß. Wenn man daher den Brotteig mit einer Auflösung von doppelt kohlensaurem Ammoniak anmacht, welches man erhält, wenn gewöhnliches anderthalb kohlensaures Ammoniak in Pulverform einige Tage lang an die freie Luft gestellt wird, so verflüchtigt sich dasselbe beim Backen in Gasgestalt und bewirkt so das Aufgehn des Teiges. Ja, wenn man das Mehl nur mit Wasser anmacht, das vorher stark mit Kohlensäure imprägnirt wurde, so entsteht schon ein einigermaßen aufgegangenes Brot. Ließen sich derartige Mittel beim Brotbacken im Großen ohne Vermehrung der Kosten in Anwendung bringen, so würde der Zucker des Mehles unzersetzt bleiben, und das Brot um so süßer und nahrhafter ausfallen.

Ob während der Gährung das Stärkemehl und der Kleber etwa eine, der Verdaulichkeit zuträgliche Aenderung erleiden, ist bis jetzt noch nicht durch zuverlässige Versuche ermittelt. Die Herren Aerzte, die aus der Dyspepsie ungeheuere Revenuen ziehen, sollten diese Sache etwas näher untersuchen.

In dem trefflichen Werke des Dr. Colquhoun über die Kunst des Brotbackens wird nachgewiesen, daß, wenn das Aufgehen des Brotes durch eine plötzliche Gasentwicklung beim Backen bewirkt wird, die Struktur des so erhaltenen Brotes von der des gewöhnlichen wesentlich abweicht. Brot, durch gewöhnliches, anderthalb kohlensaures Ammoniak, dessen sich auch die Pastetenbäcker bedienen, zum Aufgehen gebracht, ist zwar allerdings sehr porös, aber nicht eigentlich schwammig und mit so großen Blasenräumen, wie beim gewöhnlichen Brot; es bietet nicht jene regelmäßig zellige Struktur dar, den Stolz der Pariser Bäcker, die freilich in London kaum bekannt ist. Nach Ure soll es selbst schwierig sein, in Backöfen die letzten Spuren von Ammoniak so vollständig auszutreiben, daß es gar nicht mehr zu schmecken ist, auch soll es nach ihm die rein weiße Farbe des Brotes beeinträchtigen. Ure glaubt aber, daß doppelt kohlensaures Ammoniak weit bessere Wirkung machen würde.

Der Behauptung Edlins *), daß man durch Imprägniren des Teiges mit Kohlensäure vortreffliches Brot darstellen könne, stellt Colquhoun die Versuche Vogel's entgegen, aus denen sich ergibt, daß wenn man solchen Teig, nachdem er, wie sonst, eine Zeit lang an einem warmen Orte gestanden hat, in den Backofen bringt, nur ein harter Kuchen, ohne alle Aehnlichkeit mit gewöhnlichem Brote entsteht. Vogel führt ferner als einen Beweis für die Nothwendigkeit, den Teig schon vor dem Backen durch eine gehörige Gasentwicklung aufgehen zu lassen, Versuche

*) Treatise on the art of bread making, pag. 56.

Digitized by Google

an, wo er Mehl mit kohlensaurer Bittererde, oder mit Zinkfeilspähnen mischte, und es nun unmittelbar vor dem Backen mit Wasser anmachte, dem er ein wenig Schwefelsäure zugesetzt hatte, die aber nie ein ordentlich, zellig aufgegangenes Brot lieferten. Ganz dasselbe Resultat ergab sich aus einer Reihe sehr gut gewählter Versuche Colquhouns, bei denen alle Bemühungen, durch Anmachen des Teiges mit wässriger Kohlensäure, oder mit kohlensaurem Ammoniak und Weinsteinsäure gut aufgegangenes Brot herzustellen, fruchtlos blieben. Das Brot blieb allemal teigig und dicht, wenngleich bei der letztgenannten Mischung weniger, als bei Anwendung der Kohlensäure. Es ist überhaupt nicht möglich, durch dergleichen rasch wirkende Mittel ein gutes Resultat zu erzielen, weil sie sich mit dem anhaltenden und vollkommenen Durchkneten des Teiges gar nicht vertragen. Gerade durch langes Bearbeiten erlangt der Teig eine solche Elastizität und Zähigkeit, daß er sich bei der Entwicklung der Kohlensäure blasig ausdehnt, und das Gas nicht entweichen läßt. Bei der gewöhnlichen Art Brot zu backen, tritt die Gährung und Gasentwicklung erst ein, nachdem der Teig längst fertig gemacht ist, denn hier wird er nach dem Kneten noch erst gewogen, geformt und nun sich selbst überlassen, wo er sich denn allmählig auf sein doppeltes Volumen ausdehnt, bevor man ihn in den Ofen bringt. Wenn man dagegen einen mit doppeltkohlensaurem Natron angemachten Teig, mit einem andern, der Salzsäure enthält, genau in dem Verhältniß mischt, daß sich Salzsäure und Natron zu Kochsalz verbinden, so entwickelt sich das Gas schon während dem Durcharbeiten der Masse, entweicht dabei, und das Brot wird dicht und hart. Der Dr. Whiting hat nichts desto weniger auf diese ganz alte Sache ein neues Patent genommen.

Das gewöhnliche Verfahren beim Brotbacken ist folgendes: Der Bäcker nimmt zuvörderst einen Theil des zu einem Gebäcke bestimmten Wassers von 21 bis 38°, löst darin etwas Salz auf und gibt die Hefe, nebst einem Theil des Mehles hinzu. Diese Mischung (the sponge) wird in einem kleinen Backtrog bedeckt an einem warmen Ort hingestellt. Nach Verlauf von etwa einer Stunde geben sich die ersten Zeichen der eingetretenen Weingährung dadurch kund, daß die Masse in Folge der beginnenden Kohlensäureentwicklung aufzuschwellen anfängt; und wenn sie sehr dünn, oder halbflüssig ist, so sieht man große Blasen von Kohlensäure nach und nach zur Oberfläche dringen, um hier zu zerplatzen. Ist dagegen die Masse weniger dünnflüssig, von der Konsistenz eines dünnen Teiges, so bleibt das Gas in ihr eingeschlossen zurück, und treibt die Masse allmählig bis zu dem Doppelten ihres anfänglichen Volumens auf. Endlich, wenn die Menge der Kohlensäure noch weiter zunimmt, berstet der Teig und sinkt wieder etwas zusammen. Dieses abwechselnde Steigen und Sinken würde wohl 24 Stunden ununterbrochen fortdauern, falls es nicht früher unterbrochen würde; man läßt jedoch nie die Gährung soweit vorrücken, sondern unterbricht sie nach dem ersten, oder zweiten, höchstens nach dem dritten Aufbersten, weil bei länger andauernder Gährung das Brot von säuerlichem Geschmack und Geruch ausfällt. Man bringt nun das vorhin noch zurückgelassene Mehl, Salz und Wasser in den Trog, und beginnt die mühsame und langwierige Arbeit, das Ganze aufs innigste durchzuarbeiten. Ist man hiemit soweit vorgerückt, daß sich der gegohrne und der frische Teig ganz vollständig gemischt haben, und der Kleber beider Theile sich zu einer so gleichförmig zähen und elastischen Masse verbunden hat, daß sie selbst bei einem starken Drucke nicht mehr an der Hand haftet, so wird das Kneten einige Stunden ausgesetzt, während welcher Zeit die ganze Masse langsam fortgährt. Hierauf wird der Teig abermals vorgenommen, aber weniger stark und anhaltend, als das erste Mal geknetet, um nämlich das entwickelte kohlensaure Gas so gleichmäßig, wie irgend möglich zu vertheilen, und dadurch die Ausbildung der schwammigen Struktur einzuleiten. Nach diesem zweiten Kneten wird der Teig, je nach der Größe der zu machenden

Digitized by Google

Bröte abgewogen, geformt und wieder in einem warmen Lokal zum Aufgehen hingestellt. Beim Fortgange der Gährung entwickelt sich bald soviel Kohlensäure, daß die Teigklumpen auf ungefähr das Doppelte ihrer anfänglichen Größe anschwellen, worauf sie dann zum Backen fertig sind. Die Größe der Bröte nimmt bei dem nachherigen Backen noch wieder bis auf das Doppelte zu. Während des Backens selbst findet keine neue Entwicklung von Kohlensäure mehr statt, weil der Gährungsprozeß durch die Hitze des Backofens aufgehoben wird. Die Kohlensäure muß mithin schon vor dem Backen in der nöthigen Menge vorhanden sein. Die Anschwellung der Bröte im Backofen rührt vielmehr theils daher, daß die in dem Wasser des Teiges absorbirt gewesene Kohlensäure sich ausscheidet, theils, daß die gesammte Kohlensäure sich in der Hitze ausdehnt. Gut gebackenes Brot besteht demnach aus einer unzähligen Menge mit kohlensaurem Gas gefüllter Zellen, mit weichen zarten, aus einer getrockneten Mischung von Kleber und aufgelöster Stärke bestehenden Zwischenwänden.

Da man aus den schon oben angegebenen Gründen die Gährung nie ganz zu Ende gehen läßt, sondern sie, sobald der Teig hinreichend aufgegangen ist, unterbricht, so erklärt es sich sehr leicht, daß fertiges Brot fast immer noch unzersetzten Zucker enthält. So fand Vogel in einem Brote, das aus Mehl gebacken war, dessen Zuckergehalt sich zu 5 Prozent ergeben hatte, noch 3, 6 Prozent Zucker, also nur 1, 4 Prozent weniger, als in dem Mehle. In 100 Theilen Brot, aus Weitzenmehl, destillirtem Wasser und Hefe ohne Salz oder andere Beimischungen bereitet, fand er

Zucker	3,6
Stärkegummi . . .	18,0
Stärke	53,5
Kleber mit etwas Stärke	20,75

außerdem kohlensaures Gas, salzsauren Kalk, phosphorsauren Kalk ꝛc.

Es ist jedoch nicht unmöglich, daß während der Gährung eine Zuckerbildung durch Einwirkung des Klebers auf die Stärke Statt findet, wodurch sich dann der bedeutende Zuckergehalt des fertigen Brotes noch um so besser erklären würde.

Colquhoun *) machte mehrere Mischungen von reiner Weitzenstärke und gewöhnlichem Weitzenmehl in verschiedenen Gewichtsverhältnissen. Die Stärke zu einigen dieser Mischungen war vorher mit möglichst wenig heißem Wasser zum Gelatiniren gebracht. Nach Zusatz der gewöhnlichen Menge Salz und Hefe wurde der Teig stark durchgeknetet, auf gewöhnliche Art zum Aufgehen bei Seite gestellt, und dann gebacken. Dem äußern Ansehen, der Aufschwellung und dem schwammigen Gefüge nach zeigten diese Bröte gar keinen Unterschied von gewöhnlichen Bröten, die zur Vergleichung zugleich mit jenen gebacken waren, nur daß bei jenen Proben, die bedeutend mehr Stärke als Mehl enthielten, die Krume zwar weißer, aber nicht ganz so gut aufgegangen, also etwas weniger locker war. Beim Kosten der Bröte zeigten sich die mit gelatinirter Stärke angemachten bemerklich süßer als die andern. Die übrigen, mit nur wenig gelatinirter oder roher Stärke gemischten waren von gewöhnlichem Brot gar nicht zu unterscheiden. Es scheint demnach, daß gelatinirte Stärke dem Brote zugesetzt einer theilweisen Umwandlung in Zucker unterliegt. Wenn daher die Annahme zulässig ist, daß auch gewöhnlicher Brotteig einen Antheil Stärke in gelatinirtem Zustande enthält, so würde auch eine Zuckerbildung beim Backen des gewöhnlichen Mehlteiges anzunehmen sein, und sich der oben beschriebene Versuch von Vogel ganz ungezwungen erklären.

Das Sauerwerden des Brotteiges bei ungeschickter Behandlung hat man wohl theils dem Kleber, theils der Stärke, theils dem Zucker zur

*) Annals of Philosophy. 1826. vol. XII. pag. 171.

Digitized by Google

Last gelegt, aber offenbar mit Unrecht, denn es ist ganz einfach eine Folge des Eintrittes der sauren Gährung, die sich allemal nach der Weingährung einstellt, wenn diese, zumal bei Zutritt der atmosphärischen Luft, zu weit fortschreitet.

Man nimmt sonst ziemlich allgemein an, daß die in dem sauren Brote enthaltene Säure Essigsäure sei. Es scheint jedoch die Annahme wohl begründet zu sein, daß, zumal wenn der Gährungsprozeß in Folge der schlechten Beschaffenheit der Hefe oder des Mehles langsam von Statten geht, eine andere, weniger flüchtige Säure, wahrscheinlich Milchsäure, entstehe; denn die Untersuchungen von Vogel, Braconnot und Andern haben ergeben, daß bei der freiwilligen Zersetzung vieler organischer Substanzen, in feuchtem Zustande, Milchsäure sehr leicht und in Menge entsteht. Die Annahme der Gegenwart von Milchsäure im Brot und dem ungebackenen Teige würde die sonderbare Thatsache, daß die saure Beschaffenheit von ungebackenem Teig sich weit mehr durch den Geschmack, als den Geruch zu erkennen gibt, während umgekehrt nach dem Backen der Geruch weit mehr, als der Geschmack die Gegenwart der Säure verräth, zu erklären im Stande sein. Bei der gewöhnlichen Temperatur nämlich, wie sie in der Bäckerei herrscht, ist die Milchsäure, da sie nicht flüchtig, auch nicht durch den Geruch zu bemerken; da sie aber in der Hitze zersetzt wird, so soll sie nach Ure's Meinung in diesem zersetzten Zustande den sauren Geruch des gebackenen Brotes bedingen.

Als ein äußerst einfaches und wirksames Mittel, dem Sauerwerden des Teiges vorzubeugen, und bereits sauer gewordenen Teig zu verbessern, hat man den Vorschlag gemacht, ihn mit etwas kohlensaurem Natron, Bittererde oder Kreide zu neutralisiren, insofern essigsaures und milchsaures Natron in so kleiner Menge keinen unangenehmen Geschmack bewirken, und bei ihrer unbedeutend abführenden Wirkung auch in diätetischer Hinsicht zu keinen Befürchtungen Anlaß geben können. Daß ein ganz saurer Teig durch dieses Mittel ein sehr wohlschmeckendes und gesundes Brot zu liefern im Stande sei, soll durch mehrfache Versuche erwiesen sein. Nach E. Davy ist kohlensaure Bittererde noch zweckmäßiger, weil sie langsamer, als kohlensaures Natron von der Säure affizirt wird, und die sich nach und nach entwickelnde Kohlensäure zur Auflockerung des Teiges beiträgt, der sonst bei schlechter Beschaffenheit des Mehles ein dichtes und teigiges Brot geben würde. Hiedurch freilich könnten gewissenlose Bäcker in Versuchung geführt werden, verdorbenes, wohlfeiles Mehl zu verarbeiten, und es durch chemische Mittel zu verbessern, die zwar an und für sich unschädlich, dennoch als Deckmantel der fehlerhaften Beschaffenheit des Materials in einem sehr ungünstigen Lichte dastehen würden. Wenn aber, wie dies mitunter bei den Bäckern auf dem Lande oder in Haushaltungen, die keine Bierbrauerei in ihrer Nähe haben, oft der Fall ist, keine andere, als saure Hefe zur Disposition steht, so kann gewiß kein Bedenken dagegen sein, die Säure der Hefe durch etwas Soda zu neutralisiren, ohne diese jedoch in Ueberschuß zuzusetzen. Es ist durch zuverlässige Versuche erwiesen, daß saure, auf die in Rede stehende Art verbesserte Hefe ihre gährungerregende Kraft in ungeschwächtem Grade besitzt, und ein ebenso gutes und wohlschmeckendes Brot liefert, als ganz frische Hefe. —

In den Mühlen bei London werden aus derselben Portion Weitzen nicht weniger als sieben verschiedene Mehlsorten gemacht, nämlich aus dem Quarter (von 8 Bushels oder 32 Pecks,)

Feines Mehl	5	Bushels	3	Pecks,
Zweite Sorte (seconds) . . .	0	„	2	„
Fein-Mittel	0	„	1	„
Grob-Mittel	0	„	0,5	„
	6	„	2,5	„

Digitized by Google

Transport .	6	Bushels	2,5	Pecks,
Kleie	3	„	0	„
Twenty-penny	3	„	0	„
Pollard	2	„	0	„
	14	„	2,5	„

so daß sich das Volumen von 8 Bushels auf etwa 14½, also fast auf das Doppelte vermehrt. Beim Beuteln des Mehles erhält man unter Andern ein sehr schönes weißes Mehl in feinen eckigen Körnchen (sharps) das aus den mittleren Theilen des Weitzens entsteht, und zum Theil von den Biscuitbäckern verarbeitet wird.

Die englischen Bäcker waren früher gesetzlich verpflichtet, drei Sorten Brot zu backen, nämlich wheaten (Weitzenbrot), standard wheaten und household (Haushaltungsbrot), die beziehungsweise mit den Buchstaben W, SW, und H. gezeichnet werden mußten, widrigenfalls der Bäcker in Strafe verfiel. Der Größe nach wurden gewöhnlich vier Arten unterschieden, das Peck, Half-peck (Halb-Peck), das Quartern und Halfquartern, die 48 Stunden nach dem Backen resp. 17 Pfd. 12 Loth, 8 Pfd. 22 Loth, 4 Pfd. 11 Loth und 2 Pfd. 5½ Loth wiegen mußten. Da beim Backen ein Siebentel des Gewichts verloren geht, so mußten mithin die Bröte vor dem Backen um eben so viel schwerer sein. Die französischen Bröte erleiden dagegen beim Backen einen Gewichtsverlust von reichlich einem Sechstel, weil sie im Allgemeinen eine mehr längliche, dünne Gestalt haben, und vollständiger austrocknen, als die englischen Bröte, deren Form sich mehr dem Würfel nähert. Der Gewichtsverlust ist jedoch keineswegs ganz konstant, sondern hängt mit von der Beschaffenheit des Weitzenmehls und zufälligen Umständen beim Backen ab. Nach den gegenwärtigen englischen Gesetzen muß das Quartern-Brot 4 Pfund wiegen, und der Bäcker verfällt in Strafe, wenn das Brot um 2 Loth leichter ist. Nach diesen Bestimmungen also findet der Bäcker seinen Vortheil darin, sein Brot etwas feucht und teigig zu lassen; es wird aber in London auch sehr viel Brot unter dem Normalgewicht verkauft, und man findet nicht selten Quartern-Brot von nur 3 Pfd. 20 Lth.

Den älteren Parlamentsbestimmungen liegt die Annahme zum Grunde, daß aus einem Sack Mehl von 280 Pfd., 80 Quartern-Bröte gebacken werden können; diese Zahl ist jedoch etwas zu klein, und nach der jetzigen Bestimmung, nach der das Quartern-Brot 4 Pfund wiegen muß, liefert der Sack Mehl 92 Bröte; so daß mithin die Masse derselben sehr nahe aus ¾ Mehl und ¼ Wasser und Salz besteht.

Nach zuverlässigen im Jahr 1835 von Ure eingezogenen Nachrichten über die Pariser Bäckerei stellen sich die folgenden Zahlenverhältnisse heraus:

1000 K°. Weitzen = 5 englischen Quarters kosten in Paris 200 Frcs., und geben 800 K°. Mehl von erster Qualität = $5\frac{1}{10}$ französischen Säcken. Demnach kostet der Sack Mehl auf der Mühle 40 Frcs., und mit Einschluß des Transportes nach Paris 45 bis 46 Frcs. Der Mehlhändler nimmt nun $3\frac{1}{2}$ Frcs. Profit, so daß mithin der Sack Mehl in der Bäckerei auf 48 bis 50 Frcs. zu stehen kommt.

Ein gewöhnlicher Bäcker, der täglich viermal backt, und 3 Säcke Mehl verarbeitet, zahlt also für Mehl . . . . . 150 Frcs.

Für 2¾ Pfund Salz à 22 Cent.	—	„	60 Ct.
Hefe oder Sauerteig 3 Pfd. à 55 Cent.	1	„	65 „
Also Kosten für Material .	152	„	25 „
Ferner 3 Arbeiter	15	Frcs.	
Feuerung 0, da die überbleibende Kohle das Holz bezahlt.			
Allgemeine Ausgaben	15	„	
	30	„	

Digitized by Google

Transport .	152	Frcs.	25 Ct.
	30	„	— „
	182	„	25 „

Hiefür erhalten 315 Bröte, nämlich 105 Stück von jedem Sack Mehl zu 156, 66 K°. so daß also jedes Brot 1,5 K°. Mehl enthält. Und da nach dem Pariser Verfahren 100 K°. Mehl durchschnittlich 127 K°. Brot geben, so wiegt jedes Brot 2,1 K°. und kostet 182¼ dividirt durch 315, also nahe 58 Cent. Also Einnahme durch den Verkauf dieser 315 Bröte à 62 Ct. . . . . 195 „ 30 „

Mithin täglicher reiner Gewinn 13 „ 5 „

Seit Kurzem ist zu Weevil bei Portsmouth von Seiten des Gouvernements eine neue Schiffs-Bäckerei von einer Größe angelegt, daß sie beinahe hinreicht, die ganze Königliche Marine mit Schiffszwieback von vorzüglicher Güte zu versorgen. Das United Service Journal theilt von dieser großartigen Anlage eine Beschreibung mit, die hier wohl nicht mit Unrecht einen Platz verdient.

„Da man die Entdeckung gemacht hatte, daß das, der Regierung kontraktweise gelieferte Mehl häufig auf ganz empörende Weise verfälscht wurde, so wird in der neuen Bäckerei das Korn auf eigens hiezu bestimmten Mühlen, die sich in dem Lokale der Bäckerei selbst befinden, gemahlen, wodurch nicht nur die Beimischung fremder Zusätze vermieden, sondern auch der Zweck erreicht wird, daß nur gerade so viel und nicht mehr Kleie bei dem Mehle bleibt, wie zur Herstellung guter Schiffszwiebacke erforderlich ist. Die Mühle hat 10 Mahlgänge, und liefert in der Stunde 40 Bushels zum Backen völlig fertiges Mehl."

„In dem Backhause sind 9 Oefen, jeder von 13 Fuß Länge, 11 Fuß Breite und 17½ Zoll Höhe. Jeder derselben wird durch eine besondere Feuerung in der Art geheizt, daß ein Strom heißer Feuerluft durch ihn hindurch geleitet wird, wodurch die inneren Wände in unglaublich kurzer Zeit die nöthige Hitze bekommen."

„Die erste Arbeit bei der Anfertigung von Schiffszwiebäcken besteht darin, das Mehl mit Wasser zu vermischen. Man bringt zuerst 13 Gallons (52 Quart) Wasser und hierauf einen Sack Mehl von 280 engl. Pfund in einen Backtrog. Ist das Mehl durch eine Rinne, die vom nächsthöheren Stockwerk herabreicht, in den Backtrog eingeschüttet, so klingelt eine Glocke, und der Trog wird zugemacht. Im Innern des Backtroges befindet sich eine Knetmaschine, die aus zwei mit je 10 Messerklingen versehenen Achsen besteht, und die nun nach dem Schließen des Troges in Drehung versetzt werden und so das Mehl mit dem Wasser zusammen arbeiten. Diese vorbereitende Operation dauert 1', Minuten, während welcher Zeit die Knetmaschine 26 Drehungen macht. Die nächste Operation besteht darin, den durch die Knetmaschine vorläufig angemachten Teig in einer Art Quetschmühle, die aus großen vertikalen gußeisernen Walzen, jede 14 Zentner schwer, besteht, welche auf einem starken Tisch sich in gerader Richtung vor- und zurückbewegen, in Gestalt von Platten auszuwalzen, die etwa 6 Fuß lang, 3 Fuß breit, und wenige Zoll dick sind. Nach dieser Bearbeitung ist jedoch der Teig noch sehr unvollkommen ausgebildet, so daß man noch ganze Klümpchen von trocknem Mehl darin entdecken kann. Die unter den Walzen gebildeten Platten werden nun in kleinere Stücke von etwa 1¼ Fuß Länge und 1 Fuß Breite zerschnitten, und wieder unter die Walzen gebracht, und diese Bearbeitung so lange wiederholt, bis endlich nicht die geringste Ungleichförmigkeit in der Masse zu bemerken ist. Bei dem Auswalzen selbst sind zwei Arbeiter bei jeder Walze angestellt, die den Teig, so wie er durch die Walze

Digitized by Google

platt gedrückt ist, doppelt zusammenschlagen, so daß die Walze bei ihrem nächsten Uebergange ihn wieder zusammendrückt und auswalzt. Der so weit bearbeitete Teig wird nun in kleine Stücke zerschnitten, auf große flache Bretter gelegt, und durch eine Maschinerie nach dem einen Ende des Backraumes transportirt. Hier nimmt ein Arbeiter die Teigstückchen in Empfang, und bringt sie unter den sogenannten sheet roller, eine Walze, durch welche sie platt ausgerollt werden. Nachdem auf solche Art das Kneten völlig beendigt ist, braucht der dünngewalzte Teig nur noch in einzelne Zwiebäcke zerschnitten zu werden, um zum Backen fertig zu sein. Dieses Zerschneiden geschieht durch die Schneideplatte, die aus einem gitterartigen System von gebogenen Messern besteht, die ungefähr wie die Wachszellen der Bienen, sechsseitige Zellen bilden und beim Aufdrücken auf eine Teigplatte mit einem Male 52 sechseckige Zwiebäcke ausschneiden. Eine Maschine treibt diesen Apparat langsam auf und nieder, während ein Arbeiter vor dem jedesmaligen Niedergehen eine Teigplatte unterschiebt, die ungefähr die Größe eines Tischblattes hat. Die Messer drücken sich nun beim Herabgehen in den Brotteig ein, ohne ihn jedoch ganz zu durchschneiden, so daß die Teigplatte noch einigen Zusammenhang behält, und in einem Stücke in den Ofen eingeschoben werden kann; Um jedoch zu verhindern, daß sich die theilweise ausgeschnittenen Teigstücke nicht in den Zellen festsetzen, dient die folgende sinnreiche Vorrichtung. Innerhalb jeder Zelle befindet sich eine dünne sechsseitige Platte, beinahe von der Größe der Zelle, die mittelst einer Führung sich vertikal auf- und abbewegen kann, und mit einer eisernen, etwa 6 bis 8 Loth wiegenden Kugel beschwert ist. Wenn nun der Messer-Apparat sich in die Teigplatte eindrückt, so bleiben die kleinen, oben erwähnten Platten auf der Oberfläche des Teiges liegen, und werden so innerhalb der Zellen relativ gehoben. Steigt nun gleich darauf die Vorrichtung in die Höhe, so halten die auf dem Teige lastenden Platten diesen so lange nieder, bis die Messer ganz aus den Einschnitten heraus sind, worauf dann auch die Platten in die Höhe steigen, und den Teig ganz freimachen, der nun zur Seite geschoben, und durch eine neue Teigplatte ersetzt wird. Zum Backen der Zwiebäcke reicht eine Viertelstunde hin; sie werden jedoch nach dem Backen noch drei Tage lang in einem Trockenhaus einer Temperatur von 30 bis 32° ausgesetzt, um vollständig auszutrocknen."

Zur Ermittlung der Produktionsfähigkeit dieser Einrichtung wurde der folgende Versuch angestellt: In 116 Tagen, nämlich 68 Tagen, an welchen nur 7½ Stunde, und 48 Tage, an denen nur 5¾ Stunden gearbeitet wurde, also im Ganzen in 786 Stunden (= etwa 80 Tagen, jeden zu 10 Stunden gerechnet) wurden in 9 Oefen 12307 engl. Zentner = 1378400 Pfund Schiffszwieback gebacken. Der Arbeitslohn hiefür belief sich auf 273 Lstr. 10 ßß. 9½ d. Dasselbe Quantum würde aus der Hand zu backen 933 Lstr. 9 ßß. 10 d. gekostet haben, also Ersparung an Arbeitslohn = 659 Lstr. 7 ßß. ½ d. Bei dieser Berechnung sind freilich nicht die Zinsen des Anlagekapitals für die Maschinen und Reparaturkosten in Anschlag gebracht; bei einer so außerordentlichen Ersparung an Arbeitslohn aber kommen diese nicht in Betracht, und die Ersparnisse weniger Jahre werden hinreichen, die Kosten der Anlage zu decken.

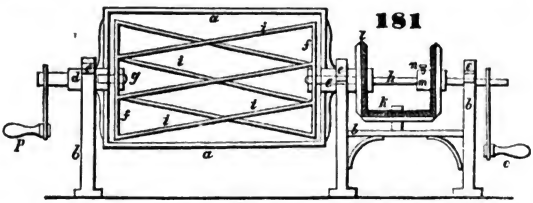
Die Erfindung dieser sinnreichen Maschinenbäckerei ist von Grant, dem Administrator der Königlichen Beköstigungsanstalt für die Marine, dem von dem Gouvernement eine angemessene Belohnung von 2000 Lstr. zu Theil geworden ist.

Das Kneten des Brotteiges ist eine so ungemein mühsame Arbeit, daß schon vielfach Maschinen zu dem Ende erfunden sind, unter denen sich besonders eine von Edwin Clayton, die im August 1839 patentirt ist, durch Zweckmäßigkeit auszeichnet. Sie besteht im Wesentlichen aus

Digitized by Google

einem horizontal liegenden, drehbaren Fasse oder Zylinder, innerhalb dessen ein Knetapparat mit mehreren Messern in entgegengesetzter Richtung umgetrieben wird. Fig. 181 zeigt die nähere Einrichtung dieser

181



Knetmaschine. aa ist der äußere Zylinder, in welchen das Mehl, Wasser, Salz ꝛc. hineingegeben wird, dessen hohle Zapfen c, d, sich in den Lagern o o drehen. Der innere Knetapparat besteht aus zwei Scheiben, f, f, an deren Peripherien mehrere schrägliegende Messer i i i, angeschraubt sind, und sitzt auf den Achsen g, h, die durch die hohlen Zapfen des äußern Zylinders hindurchgehen. Durch einen einfachen Mechanismus können nun entweder die Messer gedreht, die äußere Trommel aber festgehalten, oder umgekehrt, die Messer festgehalten und die Trommel gedreht, oder endlich beide Theile in entgegengesetzter Richtung gedreht werden. Das hiezu dienende Räderwerk besteht aus den drei konischen Rädern k, l, m, von denen das erstere sich auf einem aufstehenden Zapfen des Gerüstes der Maschine dreht, das zweite auf der hohlen Achse o der Trommel festsitzt, das dritte endlich um die Achse h des innern Messersystems drehbar ist, jedoch durch Anziehen einer Schraube n auf dieser Achse befestigt werden kann. Sollen sich nun beide Theile, die Messer sowohl, wie die Trommel, wiewohl in entgegengesetzter Richtung, drehen, so zieht man die Schraube n an, und dreht an einer der beiden Kurbeln o oder p, wo dann das Rad m, mithin auch die Achse h sich in entgegengesetzter Richtung von der des Rades l, und der Achse c, umdrehen wird. Soll sich blos einer der beiden Theile drehen, so wird die Schraube n gelöst, wodurch die Achsen h und o außer Verbindung kommen. Wenn nun die Kurbel o umgetrieben, die Kurbel p aber auf irgend eine Art festgestellt wird, so dreht sich allein der Messer-Apparat; dreht man umgekehrt an der Kurbel p, und befestigt die Kurbel o, so findet das Gegentheil Statt. b b b, ist das Gerüst der Maschine.

Schon mehrfach hat man betrügerischer Weise dem Brote, hauptsächlich in der Absicht, die Qualität desselben zu verbessern, fremde, der Gesundheit oft nachtheilige Zusätze gegeben, die schon häufig, besonders in Frankreich, polizeiliche Untersuchungen nöthig gemacht haben.

Eine recht interessante Zusammenstellung der gerichtlich chemischen Untersuchungen solcher Brotverfälschungen ist von Kuhlmann, Professor der Chemie in Lille, der sich in Auftrag der Gerichte mit solchen Brotanalysen mehrfach beschäftigt hat, verfaßt, und von dem Zentral-Gesundheitsrathe des Departements du Nord herausgegeben. Es hatte sich nämlich im nördlichen Frankreich und Belgien das Gerücht verbreitet, daß eine Menge Bäcker ihrem Brote blauen Vitriol zusetzten, was sich denn auch bei näherer Untersuchung vollkommen bestätigte. Aus den Geständnissen vieler der schuldigen Bäcker ergab es sich, daß besonders beim Brotbacken aus schlechtem Mehl sehr allgemein dieses strafbare Hülfsmittel in Anwendung gesetzt wird. Man hat nämlich gefunden, daß, wenn der Teig nicht gut gehen will, man diesem Uebelstande durch Zusatz von etwas Kupfervitriol abhelfen und zugleich noch den Vortheil erzielen kann, daß der Teig mehr Wasser verträgt, mit-

Digitized by Google

hin an Mehl gespart wird. Die hiezu nöthige Menge von Kupfervitriollösung ist höchst gering, und wird nie in Gegenwart von fremden Personen zugegeben, um ein so schätzbares Geheimniß nicht zu verrathen. Man löst nämlich 2 Loth Kupfervitriol in einem Quart Wasser, und von dieser Lösung kommt ein Weinglas voll zu dem Wasser, das zum Anmachen des Teiges zu 50 vierpfündigen Bröten gehört.

Wenn nun zwar die Menge von Kupfer, die solchergestalt dem Mehle zugesetzt wird, unendlich gering ist, so bemerkt doch schon Kuhlmann sehr richtig, daß das Publikum in beständiger Gefahr sein würde, wenn dergleichen frei und ungestraft geschehen könnte, weil Unwissenheit und Habsucht gar leicht dahin führen könnten, einen größeren Zusatz des giftigen Wassers in Anwendung zu bringen. Bei den von Kuhlmann vorgenommenen Untersuchungen fanden sich mehrmals einzelne Portionen Brot, die durch den Kupfervitriol sichtlich blau gefärbt waren, und aus denen sich selbst dies Salz in deutlichen, wenn auch sehr kleinen, Krystallen ausscheiden ließ. Der Kupfergehalt solcher Bröte ist ganz leicht nachzuweisen. Wenn man nämlich ein so vergiftetes Brot mit destillirtem Wasser auszieht, und die Lösung mit Blutlaugensalz prüft, so gibt die dabei entstehende rothbraune Färbung der Flüssigkeit selbst geringe Spuren von Kupfer recht gut zu erkennen. Ist die Menge von Kupfervitriol außerordentlich gering, so behandelt man das Brot entweder unmittelbar, oder nach vorhergegangenem Verbrennen und Einäschern in einem Platintiegel mit Salpetersäure, dampft die Lösung fast zur Trockne ein, verdünnt sie wieder mit ein wenig Wasser, und reagirt nun mit Blutlaugensalz. Auf diesem Wege läßt sich noch $^1/_{7000}$ Kupfer im Brote entdecken.

Nach einer Reihe von Versuchen über diesen Gegenstand, bei denen Brot mit verschiedenen sehr geringen Mengen von Kupfervitriol gebacken wurde, zieht Kuhlmann den Schluß, daß dieses Salz einen ungemein kräftigen Einfluß auf die Gährung und das Aufgehen des Teiges übt, selbst wenn nicht über $^1/_{9000}$ vom Gewichte des Brotes, oder 1 Gran auf 10 Pfd. Brot zugesetzt wird. Das zum Aufgehen des Teiges günstigste Verhältniß ist $^1/_{2000}$ oder 1 Gran auf 3 Pfund Brot. Setzt man viel mehr zu, so wird das Brot feucht, weniger weiß, und nimmt einen eigenthümlich unangenehmen Geruch nach Sauerteig an. Das Kupfer bewirkt zugleich eine gewisse Festigkeit der Masse, in deren Folge das Brot wohl $^1/_{10}$ Wasser mehr enthalten kann, ohne bemerklich feuchter zu werden. Die Schwefelsäure des Kupfervitriols scheint sich hiebei ziemlich indifferent zu verhalten, denn weder schwefelsaures Natron, noch Eisenvitriol, noch auch Schwefelsäure allein, machen die geringste Wirkung. Dagegen verhält sich Alaun dem Kupfervitriol ähnlich, nur daß zur Erreichung derselben Wirkung eine größere Menge erforderlich ist. Um Alaun im Brote zu erkennen, zieht man es mit destillirtem Wasser aus, filtrirt erst durch Leinen und nachher durch Fließpapier, bis die Lösung klar durchläuft, theilt sie dann in zwei Theile, und versetzt den einen mit wenigen Tropfen salzsaurem Baryt und einem Tropfen Salzsäure, die andere mit etwas Ammoniak. Ist Alaun vorhanden, so entsteht in der erstern Portion der Flüssigkeit ein schwerer feinkörniger, in der andern ein leichter flockiger Niederschlag; dieser letztere wird durch etwas Aetzkalilauge wieder aufgelöst.

Kreide und Gyps, die wohl mitunter zum Verfälschen von Mehl dienen, lassen sich durch Verbrennen und Einäschern des Brotes, wobei sie zurückbleiben, leicht nachweisen. Besteht der Rückstand aus Kreide, so ist er daran zu erkennen, daß er sich unter Brausen in Salpetersäure auflöst; Gyps dagegen bleibt ungelöst zurück, wird aber durch fortgesetztes Kochen mit einer Auflösung von kohlensaurem Natron, Filtriren und Auswaschen, ebenfalls unter Aufbrausen in Salpetersäure löslich.

Beim Backen von Blätterteig wird der dazu bestimmte Teig zuerst mit einer gewissen Menge Butter ausgeknetet, hierauf mittelst einer

Digitized by Google

Walze, des sogenannten Rollholzes, zu einer dünnen Lage ausgerollt, diese mit Butter bestrichen, mehrere Male flach zusammengeschlagen, diese Masse wieder ausgerollt, mit Butter bestrichen, wieder zusammengelegt, ausgewalzt und so fort. Ist diese Art zehn bis zwölf Mal wiederholt, so besteht das Ganze aus mehreren hundert äußerst dünnen, parallelen Lagen von Teig durch Butter getrennt. Wird nun ein mäßig dickes Stück eines solchen Teiges gebacken, so bewirkt die Elastizität der sich entwickelnden Wasserdämpfe eine Trennung, und zwar nach dem Gesetze des geringsten Widerstandes überall da, wo zwei benachbarte Teiglagen durch eine Butterschichte getrennt sind; wodurch denn das Ganze zu einer sehr lockern Masse aufschwillt, die aus mehr oder weniger parallelen, durch dünne Zwischenwände von Teig getrennten, Luftschichten besteht. Ein solcher Blätterteig ist von eigentlichem, durch Gahrung aufgegangenem Brote in sofern wesentlich verschieden, als die Substanz des Blätterteiges an und für sich eine ganz compakte Masse bildet, die nur durch die besondere Art der Behandlung die Gestalt dünner Blättchen angenommen hat, während beim Brote die Substanz selbst, durch die inmitten der feinsten Theilchen entwickelte Kohlensäure, durchgehends aufgelockert ist.

Ein ganz eigenthümlicher Zweig der Bäckerei besteht in der Anfertigung von Ginger bread (ungefähr dem deutschen braunen Kuchen entsprechend; die Bearb.), das so viel Syrup enthält, daß es durch Hefe nicht in Gährung gebracht werden kann. Man nimmt dazu Mehl, Melasse oder Syrup, Butter, Pottasche und Alaun. Zuerst wird die Butter geschmolzen und die Pottasche, sowie der Alaun in ein wenig heißem Wasser aufgelöst; worauf dann diese drei Theile nebst dem Syrup mit dem Mehle gemengt und zu einem steifen Teige geknetet werden. Der Alaun wird hiebei von Vielen als ganz unwesentlich angesehen; er trägt aber gewiß nicht allein dazu bei, den Kuchen spröder zu machen, sondern entwickelt durch Einwirkung auf die Pottasche einen Theil der zum Aufgehen des Teiges nöthigen Kohlensäure. Der Teig zum Ginger-bread muß übrigens mehrere, zuweilen 8 bis 10 Tage stehn, bevor er den zum Backen nöthigen Grad von Porosität annimmt. Jedenfalls scheint sich die Kohlensäure nur aus der Pottasche, durch Einwirkung des Alauns sowohl, wie des Syrups, der immer von etwas saurer Beschaffenheit ist, zu entwickeln; denn läßt man die Pottasche aus dem Teige weg, so wird der Kuchen so hart und dicht, wie ein Stück Holz. Statt der Pottasche kann man auch kohlensaures Natron und kohlensaure Bittererde nehmen. Nach Colquhoun's Versuchen geben kohlensaure Bittererde und Weinsteinsäure ein viel besser schmeckendes und viel gesünderes Ginger-bread, als das gewöhnliche, das noch eine ziemliche Menge unzersetzter Pottasche enthält. Er empfiehlt 1 Pfd. Mehl, ½ Loth Magnesia alba, ¼ Loth Weinsteinsäure, nebst dem nöthigen Syrup und Gewürz. Das Mehl wird nach diesem Verfahren zuerst mit der Magnesia gemischt, und nun die geschmolzene Butter, der Syrup und die, in ein wenig Wasser gelöste Säure hinzugegeben, und alles gehörig durchgeknetet. Schon nach Verlauf von einer halben oder ganzen Stunde ist der Teig zum Backen fertig; wo er dann baldigst in den Ofen eingeschoben wird. Jedenfalls darf er vor dem Backen nicht über 2 bis 3 Stunden stehen.

Recept zum Ginger-bread von Colquhoun.

Mehl	1	Pfund
Syrup	1	"
Puderzucker	1/2	"
Butter	4	Loth
Magnesia alba	1/2	"
Weinsteinsäure	1/4	"
Ingwer	1	"
Kanehl	1	"
Muskatnuß	2	"

Digitized by Google

Die Menge von Butter ist in diesem Recept etwas größer als sie sonst gewöhnlich genommen wird.

Ure schaltet hier ein Raisonnement aus seinem Dictionary of Chemistry, London 1821, ein, worin er einen Artikel der Encyclopedia Britannica kritisirt, und es rügt, daß in diesem Artikel der Zusatz von Alaun zum gewöhnlichem Brote als der Gesundheit nicht nachtheilig empfohlen wird, indem, wenn jedes 4pfündige Brot 197 Gran Alaun enthalte, besonders bei Personen, die eine sitzende Lebensart führen, oder sonst von schwacher Konstitution sind, mancherlei Uebel und Beschwerden, als Säure im Magen, Indigestion, Blähungen, Kopfschmerzen, Herzklopfen, Verstopfung, Blasensteine u. dgl. aus dem häufigen Genuß eines so sauren und so stark säurenden Körpers, wie der Alaun, hervorgehen müßten; und worin er eine Behauptung der Enc. Brit., daß eine durch Mischung von 1 Quart Bierhefe mit einem Brei von 10 Pfund Mehl und 20 Pfund kochendem Wasser, und achtstündiges Stehenlassen dieser Mischung an einem warmen Orte gebildete künstliche Hefe, der Porterhefe zum Brotbacken vorzuziehen sei, für unrichtig erklärt.

Ure berichtet, sich vielfach mit Brotanalysen beschäftigt, und sehr verschiedene Mengen von Alaun gefunden zu haben. Im Allgemeinen stand die Menge mit der Schlechtigkeit des Mehles in geradem Verhältniß, und bei Brot aus sehr gutem Mehl fand sich gar kein Alaun. Es unterliegt keinem Zweifel, daß Alaun keineswegs nothwendig ist, um den höchsten Grad von Lockerheit, Weiße und Lieblichkeit des Geschmackes beim Brote zu erzielen. Als Beweis, daß man auch ohne Alaun schönes Brot backen könne, führt Ure eine große Bäckerei in Glasgow an, die wöchentlich regelmäßig 20 Tonnen Mehl verarbeite, und ein Brot von ausgezeichneter Güte ganz ohne allen Alaun bereite.

Um ein Mehl, wenigstens mit der für den Bäcker hinlänglichen Genauigkeit zu analysiren, kann man folgendermaßen zu Werke gehen: Man bildet aus 1 Pfund des zu untersuchenden Mehles und der erforderlichen Menge Wasser einen ziemlich weichen Teig, den man etwa eine Stunde ruhig liegen läßt. Man bindet nun ein Stück seidener Beutel-Gaze so über eine zum Theil mit Wasser gefüllte Schale, daß der Zeug beutelförmig ein wenig in das Wasser hinabreicht, legt nun den Teigklumpen darauf, und beginnt ihn ganz sanft mit der Hand zu kneten, so daß sich nur das feine Stärkemehl von ihm ablöst. Das Stärkemehl schwemmt sich hiebei in dem Wasser auf, und geht durch die Poren des Zeuges hindurch, während der Kleber größtentheils in einem zusammenhängenden Klumpen auf dem Filtrum bleibt. Es ist hiebei jedoch nöthig, von Zeit zu Zeit das Wasser nebst der etwa schon abgesetzten Stärke in ein anderes Gefäß zu bringen, und das Kneten des Teiges mit frischem Wasser fortzusetzen. Zuletzt gewinnt der Kleber soviel Zusammenhang, daß man ihn ziemlich gewaltsam kneten und manipuliren kann, womit man so lange fortfährt, bis er, in reinem Wasser geknetet, dieses kaum mehr trübt, worauf man ihn trocknet und sein Gewicht bestimmt. Das gesammte Wasser wird am besten in einem hohen steingutenen Topfe an einen kühlen Ort gestellt, bis sich die Stärke vollständig abgesetzt hat, worauf man die klare überstehende Flüssigkeit abgießt. Die abgesetzte mit ein wenig Kleber verunreinigte Stärke wird noch einige Male in neuen Portionen Wasser aufgeführt, und wieder absetzen gelassen, worauf man sie, nach Abgießen des letzten Waschwassers herausnimmt und trocknet.

Das von der Stärke abfiltrirte Wasser wird kochend konzentrirt, und setzt dabei eine geringe Menge geronnener Flocken ab, die von Einigen für Pflanzenleim, von Andern für Eiweiß gehalten werden. Gegen das Ende der Abdampfung schlägt sich phosphorsaurer Kalk nieder. Ist nun der Rückstand soweit konzentrirt, daß er in der Kälte eine syrupartige Konsistenz annimmt, so mischt man ihn mit Alkohol, um den Zucker auszuziehen, den man nun durch Abdampfen des Alkohols zur Trockne darstellt, und wägt. Das von der Behandlung mit Alkohol rückständige

Digitized by Google

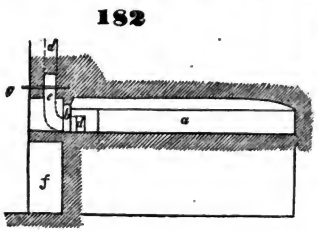
Gummi wird wieder in etwas Waſſer gelöſt, filtrirt, eingetrocknet und gewogen. Auf dem Filtrum bleibt nun die vorhin angeführte eiweißartige Subſtanz nebſt dem phosphorſauren Kalk. Bei dieſer Art der Analyſe entgeht eine kleine Menge einer harzigen Subſtanz und eines ätheriſchen Oels, die in dem Kleber bleiben, der Beſtimmung.

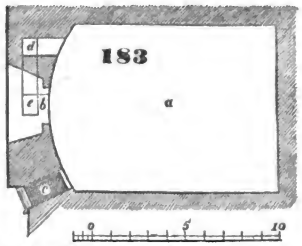
Wünſcht man das Harz iſolirt darzuſtellen, ſo muß man eine beſondere Portion des Mehles gleich von vorn herein mit Alkohol behandeln, wodurch das Harz nebſt dem Zucker ausgezogen wird, die ſich nachher durch Behandlung mit Waſſer leicht ſcheiden laſſen.

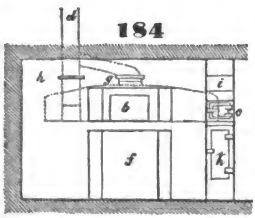
Hat man ein ſehr kleberarmes Mehl zu unterſuchen, ſo iſt es beſſer, den Teig in einen leinenen Beutel einzulegen, und ihn hierin unter Waſſer vorſichtig zu kneten.

Bei der Analyſe von Gerſte nach der eben beſchriebenen Methode erhält man die Stärke mit Proust's Hordein gemengt. Durch Kochen mit Waſſer kann man nachher die Stärke auflöſen, während das Hordein in Geſtalt einer ſägeſpähnartigen Subſtanz zurückbleibt. Nach ſpätern Unterſuchungen ſcheint dieſes Hordein nichts weiter als ein Gemenge von Hülſenſubſtanz mit Stärke zu ſein.

In den Figuren 182, 183 und 184 iſt die Einrichtung eines Londoner







Backofens zu Steinkohlenfeuerung dargeſtellt, in Fig. 182 im vertikalen Durchſchnitt, Fig. 183 im Grundriß und Fig. 184 im Aufriß. (Gleiche Buchſtaben bezeichnen in allen Figuren dieſelben Theile.) a, der innere flach gewölbte Raum; b, die Thür; c, der Roſt, auf dem das Feuer brennt, und von welchem die Flamme in den Ofen ſchlägt; d, der Schornſtein zur Aufnahme des Rauches; e, der Abzugskanal für die Dämpfe und die heiße Luft beim Oeffnen des Ofens, f, Vertiefung oder Niſche unter der Thür, zur Aufnahme von Staub, Kohlenklein und dgl.; g, Schieber in dem Abzugskanal für Dampf und heiße Luft; h, Schieber in den Schornſtein, um den Zug abzuſperren, wenn der Ofen die nöthige Hitze angenommen hat; i, ein kleiner eiſerner Keſſel über dem Feuer, um Waſſer warm zu machen; k, Aſchenfall unter dem Roſt.

Die Flamme und heiße Feuerluft ſchlägt von dem Roſte weit in den Raum des Ofens hinein, und zieht an der gegenüber liegenden Seite zurück, um in den Schornſtein zu entweichen. Sobald der erforderliche Hitzgrad da iſt, zieht man das Feuer von dem Roſt, ſchließt die Schieber, und bringt die Bröte in den Ofen ein.

Buchbinden. (Book binding, l'art du relieur.) Die Kunſt, die Blätter eines Buches gehörig zuſammenzuheften, und ſie mit einem aus Rücken und Deckeln beſtehenden Umſchlage zu verſehen. Man unterſcheidet zwiſchen eigentlichem Einbinden, wobei ſowohl der Rücken, als auch

Digitized by Google

die Deckel aus Pappe angefertigt, und entweder ganz (Franzband), oder nur auf dem Rücken und den Ecken der Deckel (Halbfranzband) mit Leder überzogen werden, und dem bloßen Heften, oder Brochiren, wobei das Buch ohne steifen Einband bleibt.

Das jetzt ziemlich allgemein übliche Verfahren beim Buchbinden besteht in Folgendem: Man legt zuerst die ganzen Bogen je nach dem verlangten Formate in zwei (für Foliobände), vier (für Quartbände), acht (für Oktavbände), zwölf (für Duodezbände), Blätter mittelst eines elfenbeinernen oder buchsbaumhölzernen Falzbeins zusammen, wobei sich der Arbeiter nach dem Stande der Seitenzahlen richtet, um das genaue Aufeinandertreffen der einzelnen Druckseiten zu sichern. Die so gefalzten, zu einem Bande bestimmten Bogen werden nun in der richtigen Ordnung auf einander gelegt, auf einem flachen Steine mit einem schweren Hammer geschlagen, um einen gewissen Grad von Festigkeit und Glätte zu erlangen, und unter einer Presse noch mehr verdichtet.

Nach dieser Vorbereitung folgt nun das Heften in der Heftlade. Diese ist ein senkrecht stehender Rahmen, in welchem die Schnüre oder Bindfaden, die an die einzelnen Bogen demnächst befestigt werden, und den eigentlichen Zusammenhang des fertigen Buches bewirken müssen, vertikal ausgespannt sind. Die Zahl dieser Schnüre ist verschieden, und beläuft sich bei Foliobänden gewöhnlich auf sechs, bei Quart- und Oktavbänden auf drei, vier oder fünf.

An diese Schnüre werden nun die einzelnen zusammengelegten Bogen angeheftet, indem man einen starken Zwirnfaden durch den mittleren Hauptfalz jedes Bogens neben der ersten Schnur hindurchzieht, ihn um die Schnur umschlägt, dann wieder durch das Papier zurücksteckt, ihn nun neben der zweiten Schnur hindurchzieht, ihn um diese schlägt, und so fort, bis der Bogen an sämmtlichen Schnüren mittelst des umgelegten Zwirnfadens fest sitzt, worauf der zweite Bogen auf dieselbe Art angeheftet wird.

Man bringt das geheftete Buch in die Presse, so daß die Schnüre gerade noch vor den Rändern der Preßplatten vorstehen, bestreicht die Hinterseite mit Leim oder Kleister, trennt die, bis auf kurze überstehende Enden abgeschnittenen Schnüre auf, und schabt sie mit einem Messer auf, um sie demnächst an die Deckel flach anleimen zu können. Hierauf gibt man dem Rücken die nöthige erhöhete Wölbung, indem man ihn auf beiden Seiten mit dem Umklopfhammer bearbeitet (das Rücken), und bildet dann durch das sogenannte Abpressen, wobei man das Buch bis nahe an den Rücken stark einpreßt, und die aus der Presse hervorragenden Ränder des Rückens mit dem Kaschireisen überarbeitet, die bei jedem gut gebundenen Buche zu bemerkenden seitwärts vorspringenden Rückenkanten, an welche demnächst die Deckel mittelst der Schnurenden befestigt werden.

Hierauf folgt das Beschneiden des Buches mittelst des Beschneidezeuges, dessen Beschreibung weiter unten nachzusehen ist, und in welchem das Buch in der Lage eingepreßt wird, daß die zu bildende Schnittfläche genau in der Ebene der schneidenden Klinge, des Hobeleisens, liegt. Beim Beschneiden der vorderen langen Seite muß die Rückseite des Buches natürlicher Weise gerade gerichtet werden, weil sonst bei der, durch das Umklopfen bewirkten Wölbung des Rückens, die mittleren Blätter breiter ausfallen würden, als die Vorderen und Hinteren. Nach dem Beschneiden werden nun Rücken und Deckel angesetzt. Der erstere besteht gewöhnlich aus Kartenpapier, von welchem man einen Streif in solcher Breite schneidet, daß er zu beiden Seiten etwa einen halben Zoll über die Dicke des Buches hervorragt, um mit diesen vorspringenden Rändern an die innere Seite der Deckel angeklebt zu werden. Indem man nun die ausgefaserten Enden der Schnüre und die umgebogenen Ränder der Rückenbekleidung mit Leim bestreicht, die vorläufig aus Pappe zurecht geschnittenen Deckel zu beiden Seiten an-

Digitized by Google

legt, genau in ihre richtige Lage bringt, und das Ganze in die Presse einsetzt, entsteht nun der vollständige Einband.

Nach dem Trocknen des Leims nimmt man das Buch aus der Presse, beschneidet die Deckel so, daß sie um ein Geringes über die Schnittfläche des Buches vorstehen, färbt den Schnitt durch Anspritzen von Farbe mittelst eines steifen Borstenpinsels, überzieht die Deckel nebst dem Rücken mit Leder oder Papier, und bringt endlich die nöthigen Verzierungen an.

Das so eben beschriebene Verfahren ist mancherlei Modifikationen fähig, deren ausführliche Beschreibung die Grenzen des vorliegenden Artikels überschreiten würde; so z. B. werden sehr gewöhnlich die Schnüre in die Hinterseite der Blätter eingelassen, so daß sie auf dem Rücken des Buches durchaus nicht vorspringen. Man bewirkt dieß dadurch, daß man das Buch vor dem Heften in die Presse einsetzt, den Rücken aber ein wenig über die Preßplatte vorspringen läßt, und nun mit einer Säge an den, für die Schnüre bestimmten Stellen, Einschnitte von der Dicke der Schnüre macht.

Das soweit fertige Buch muß nur noch mit Leder oder Papier überzogen werden, wobei man folgendermaßen zu Werke geht. Man feuchtet das zum Ueberziehen des Einbandes bestimmte Leder zuerst mit Wasser an, schneidet es in der erforderlichen Größe aus, um den ganzen Einband überkleiden zu können, und schärft die noch zugegebenen Ränder mit dem Schärfemesser, während das Leder auf einem flachen Steine aufliegt, zu. Man bestreicht es nun mit Weißenmehlkleister, breitet es in der richtigen Lage um das Buch aus, und schlägt die überstehenden geschärften Ränder um. Auf jede der beiden Seiten wird nun ein flaches glattes Bret gelegt, das Ganze mit Bindfaden fest zusammen gebunden, der Rücken am Feuer erwärmt, um den Kleister aufzuweichen, und das Leder mit einem Falzbein gestrichen, und dadurch mit dem Karteupapier der Rückenbekleidung in innige Verbindung gebracht. Das Buch bleibt nun zum Trocknen stehen, worauf man dann die Bretер abnimmt, den Lederüberzug mit ein wenig Kleister und Wasser abreibt, die Kanten mit Tinte schwärzt und dem Leder durch geschicktes Begießen mit Eisenvitriollösung das bekannte schwarz gesprenkelte, oder marmorirte Ansehen gibt.

Wenn der äußere Ueberzug so weit fertig ist, klebt man zwei weiße Blätter an die Innenseite der Deckel an, läßt sie trocknen, und glättet sie in der Presse. Endlich überzieht man den ganzen Einband äußerlich zweimal mit Eiweiß, bringt mittelst der Fileten und Stempel die verlangten Vergoldungen an, und glättet zuletzt den Einband durch Uebergehen mit dem erwärmten eisernen Glättkolben.

In England werden neuerlich eine Menge Bücher in gepreßten Kattun oder gepreßten Seidenzeug, statt in Papier oder Leder gebunden, und diese Methode zeichnet sich durch Zierlichkeit eben so sehr als durch Dauerhaftigkeit aus; überdieß durch Wohlfeilheit im Vergleich mit den Lederbänden, gegen welche ungefähr 50 Prozent der Kosten erspart werden. Die Stoffe werden beliebig gefärbt, zwischen Walzen mit erhabenen Mustern gepreßt, dann nach der Größe der Bücher zugeschnitten, allenfalls auch gleich dem Leder vergoldet, und der Buchbinder zieht sie auf den Band eben so auf, wie sonst mit Papier geschieht. Oft begnügt man sich nicht damit, den Zeug im Stücke zu pressen, sondern nimmt diese Arbeit erst nach dem Zerschneiden vor, in welchem Falle die Zeichnungen der Pressung genau dem Umfange der Deckel und des Stückes angepaßt werden.

Nach Betrachtung des Verfahrens im Allgemeinen, mögen jetzt die wichtigeren Vorrichtungen und Maschinen der Buchbinder beschrieben werden. —

Um zuvörderst das sehr zeitraubende Schlagen des Papiers zu ersparen, hat W. Burn eine verbesserte Methode angegeben, wobei die

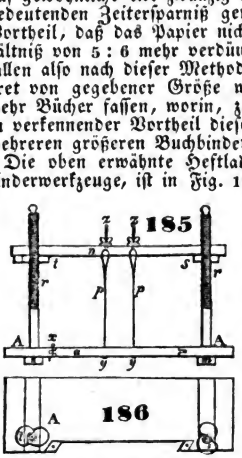
Digitized by Google

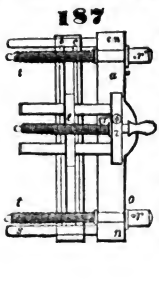
Verdichtung und das Glätten des Papiers durch Anwendung von gußeisernen Walzen weit schneller und vollkommener erreicht wird.

Seine Presse besteht in zwei eisernen Zylindern von etwa 1 Fuß Durchmesser, welche auf die, bei Walzwerken gewöhnliche Art auf Schrauben gestellt, und mit Kurbeln durch einen, oder zwei Leute gedreht werden können.

Ein vor der Presse sitzender Knabe legt die Bogen zu zwei, drei oder vier Stück aufeinander, und auf eine Platte von verzinntem Eisenblech, bedeckt die so gebildete Lage mit einer zweiten Blechtafel, und fährt so fort, bis er einen Stapel oder Stoß von bequemer Dicke zusammen gebracht hat, der nun durch die Walzen hindurchgelassen und demnächst von dem Arbeiter, der das Drehen der Walze verrichtete, wieder auseinandergenommen wird, während der Knabe einen neuen Stapel zurichtet u. s. f. Diese Arbeit geht so schnell von Statten, daß zum Walzen einer kleinen Bibel eine Minute, zum Schlagen derselben auf gewöhnliche Art zwanzig Minuten erforderlich sind. Außer dieser bedeutenden Zeitersparniß gewährt das Walzen aber auch den großen Vortheil, daß das Papier nicht nur glätter, sondern auch in dem Verhältniß von 5 : 6 mehr verdünnt wird, als beim Schlagen. Die Bücher fallen also nach dieser Methode um fast ⅙ dünner aus, und ein Bücherbret von gegebener Größe wird also auch in demselben Verhältnisse mehr Bücher fassen, worin, zumal für größere Bibliotheken, ein nicht zu verkennender Vortheil dieser Methode liegt, die daher auch schon in mehreren größeren Buchbinder-Werkstätten Eingang gefunden hat.

Die oben erwähnte Heftlade, eines der allernothwendigsten Buchbinderwerkzeuge, ist in Fig. 185 im Auf- und in Fig. 186 im Grundriß dargestellt. Sie besteht aus einem unteren Brete A mit zwei langen hölzernen Schrauben r, r, die durch Löcher in dem oberen Querstück n frei hindurch gehen. Mittelst der Schraubenmuttern s, t läßt sich dieses Querstück in jede beliebige Höhe bringen, um so, je nach der Dicke des Buches und der Bequemlichkeit des Arbeiters längere oder kürzere Schnüre p, p, deren in der Figur nur zwei angedeutet sind, einspannen zu können. Zum festen Anziehen der Schnüre dienen die, mit Flügelmuttern versehenen Hefthaken z, z. Die unteren Enden der Schnüre werden bei y, y an eisernen Stiften befestigt. Theils um das Ausnehmen der Schnüre zu erleichtern, theils auch, um sie in jeder beliebigen Entfernung von einander anbringen zu können, hat das Hauptbret A an der Vorderseite einen Ausschnitt, in welchen eine Leiste a einpaßt, die durch einen Stift x befestigt werden kann, und zwischen sich und dem Hauptbrete A eine schmale Spalte freiläßt, durch welche die Schnüre hindurchreichen.





Um auch die oberen Enden der Schnüre in jede Lage bringen zu können, sind die Hefthaken z, z in einem Schlitz des oberen Querstückes verschiebbar. Die ganze Heftlade steht, auf den beiden Querleisten m, n ruhend, auf einem Tische vor dem Arbeiter.

Eine nicht minder unentbehrliche Vorrichtung ist das Beschneidezeug, dessen gewöhnliche Einrichtung aus Fig. 187 zu ersehen ist. Die Presse selbst besteht aus zwei horizontalen Balken, deren einer, a, in unverrückter Lage fest liegt, während der zweite auf zwei Riegeln s verschiebbar ist, die ihm zur Führung dienen. Die mit Köpfen und Ansätzen o, o versehenen Schrauben rt, rt, gehen durch Muttern in dem zweiten

Digitized by Google

Preßbalken, drehen sich dagegen in den zylindrisch ausgebohrten Löchern des Hauptbalkens a frei um, und bewirken so beim Anziehen das Zusammenpressen des zwischen die beiden Balken eingelegten Buches. x e ist der Beschneidehobel, dessen Einrichtung dahin abzweckt, eine scharfe Klinge genau der oberen Seite der Preßbalken parallel sich hin und her bewegen und in das eingespannte Buch eindringen zu lassen. Die Klinge, oder das Eisen i ist an der unteren Seite des Hobels x befestigt, dessen zwei viereckige Riegel durch entsprechende Oeffnungen in der Schiene e verschiebbar sind. Hobel und Schiene stehen außerdem noch durch eine Schraubenspindel in Verbindung, die ihre Mutter in e hat, und sich beim Anziehen mit einem Ansatze des Kopfendes gegen den Hobel stützt, und dazu dient, das Eisen des letzteren mit Gewalt in das Papier einzudrücken. Der Theil e, mithin auch die Schraubenmutter, ist nämlich zwischen zwei parallelen Leisten b, c des zweiten Preßbalkens verschiebbar, wodurch einentheils der Hobel beim Hin- und Herziehen eine ganz sichere und geradlinige Führung erhält, zweitens aber auch der zum Andrücken des Eisens gegen das Papier nöthige Stützpunkt gewonnen wird. Ist nämlich das Buch in der richtigen Lage eingespannt, und der Arbeiter bewegt unter gleichzeitigem langsamen Anziehen der Schraube den Hobel hin und her, so schneidet das Eisen tiefer und tiefer in das Buch ein, und erzeugt so eine ganz ebene Schnittfläche.

Ein höchst zweckmäßiges Beschneidezeug, zum Beschneiden von Banknoten, das aber auch in der gewöhnlichen Buchbinderei Anwendung finden kann, ist von John Oldham, Mechaniker bei der englischen Bank, erfunden. Es gestattet, mehrere Schnitte nicht nur vollkommen parallel unter einander, sondern auch in beliebigen, genau bestimmten Winkeln fast mit mathematischer Genauigkeit auszuführen. Da diese Maschine ursprünglich zum Beschneiden der Banknoten bestimmt ist, die eine genau rektanguläre Form bekommen müssen, so ist die Einrichtung getroffen, daß die beiden Längenseiten der Banknoten zu gleicher Zeit durch zwei parallele Eisen beschnitten werden. Die Grundidee ist folgende: Der Papierstapel wird auf eine horizontale Preßplatte aufgelegt, und, durch Aufschrauben dieser unteren Platte, gegen einen oberen horizontalen Balken gepreßt, der genau die Breite der Banknoten hat, so daß also das, der Breite nach abzuschneidende Papier zu beiden Seiten unter dem Balken frei hervorsteht. Dieser, genau parallelepipedisch gestaltete und glatte Balken dient nun zugleich zur Führung des Hobels, dessen zwei mit ihren Schärfen nach unten gekehrte Eisen zu beiden Seiten an die Schnittflächen des Balkens anschließen, und mittelst einer Schraubenvorrichtung herabgeschraubt werden können, um beim Hin- und Herziehen des Hobels tiefer und tiefer in den Papierstapel einzudringen. Indem nun die genau vertikalen und unter einander parallelen Seitenflächen des Balkens den beiden, an sie anliegenden Hobeleisen eine genau parallele und senkrechte Richtung ertheilen und erhalten, und der ganze Hobel nur eine horizontale, unverrückbar geradlinigte Bewegung annehmen kann, so ersieht man leicht, daß bei der Vor- und Rückbewegung des Hobels die beiden Eisen, indem sie langsam herabgeschraubt werden, zwei völlig parallele Schnitte in der vorgeschriebenen Entfernung der Breite des Balkens erzeugen müssen.

Es handelt sich nun darum, auch die anderen beiden Seiten des Stapels rechtwinklicht gegen die ersten Schnitte zu durchschneiden, zu welchem Ende es nöthig ist, den Stapel genau um einen Winkel von 90° zu drehen. Um dieses möglich zu machen, liegt das Papier nicht unmittelbar auf der Preßplatte, sondern auf einer horizontalen, um ihren Mittelpunkt drehbaren Scheibe. Wenn man also nach dem ersten Durchschneiden die Presse löst, die mit einer Gradeintheilung versehene Scheibe mit dem darauf liegenden Papiere genau um 90° dreht, sie nun wieder in die Höhe schraubt, und den Hobel in Thätigkeit setzt, so entstehen natürlich zwei neue, genau rechtwinklig gegen die ersten, ge-

Digitized by Google

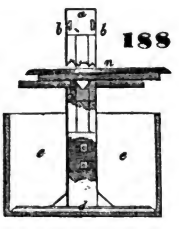
richtete Schnitte, in derselben Entfernung wie vorhin, wodurch also eine quadratische Gestalt des Stapels entstehen würde. Da nun aber die Gestalt der Banknoten nicht quadratisch, sondern rektangulär ist, so müssen die letzteren beiden Schnitte in größerer Entfernung von einander angebracht werden, als die ersten. Zu diesem Ende besitzt der Hobel die Einrichtung, daß man die Eisen auch einzeln herabschrauben, und zur Wirkung kommen lassen, also auch zur Zeit nur einen einzigen Schnitt erzeugen kann. Dieß geschieht nun beim Beschneiden der letzten beiden Seiten in der That. Nachdem also die Drehung des Stapels um 90° vollführt, und er wieder unter den Balken gepreßt worden, beschneidet man das Papier nur an der einen dritten Seite, während die vierte und letzte Seite vorläufig noch unbeschnitten bleibt. Um nun diesen letzten Schnitt in einer größeren Entfernung, als die Breite des Balkens beträgt, auszuführen, kommt es darauf an, den ganzen Stapel unter dem Balken in der Richtung der Breite des Balkens, so weit fortzurücken, daß die Ebene der zu bildenden vierten Schnittfläche mit der einen Seitenfläche des Balkens zusammenfällt, um dann mit dem entsprechenden Eisen des Hobels den Schnitt zu vollführen. Dieses Fortrücken muß aber, wenn der vierte Schnitt dem dritten völlig parallel ausfallen soll, natürlich in der Art bewirkt werden, daß der Stapel nicht im Allergeringsten eine seitliche Drehung erhält, was auch bei der größten Vorsicht aus freier Hand nicht zu erreichen sein würde. Diese Bewegung setzt also noch eine besondere Vorrichtung der Maschine voraus, die darin besteht, daß die ganze vorhin erwähnte, dem Papierstapel zur Unterlage dienende Scheibe einer geradlinigen Verschiebung, rechtwinklig gegen die Längenerstreckung des oberen Balkens fähig ist, indem der Zapfen, um den sie sich dreht, auf einem Schieber sitzt, der durch zwei, auf der oberen Seite der eigentlichen Preßplatte angebrachte Leisten geleitet, nur eine Verschiebung in der erwähnten Richtung zuläßt.

Wenn mithin, nach Erzeugung des dritten Schnittes, die Presse gelöst, und nun der eben genannte Schieber seitwärts fortgeschoben wird, so macht die auf dem Schieber ruhende Scheibe nebst dem, wieder auf ihr liegenden Papierstapel diese geradlinige Seitenbewegung mit, und der letztere kann so ohne Schwierigkeit in die gewünschte Lage unter dem oberen Balken gebracht werden, worauf man die Presse anzieht, und den letzten Schnitt bewerkstelligt.

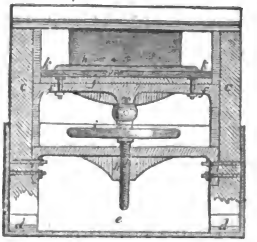
Es wird nun nach Entwicklung des dieser Maschine zum Grunde liegenden Prinzips nicht schwierig sein, den Bau derselben mit Zuziehung der Figuren 188 bis 198 verständlich zu erklären.

Das, in einem viereckigen, zur Aufnahme der Späne dienenden Kasten

188



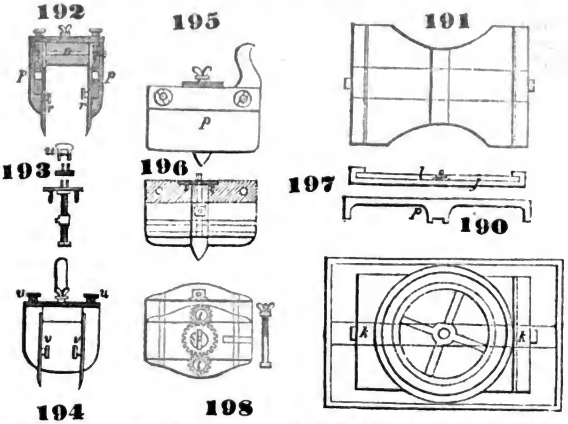
189



ee stehende Gerüst der Maschine besteht aus zweien Ständern c, c, die auf niedrigen Querbalken d, d ruhen, und zu oberst den Hauptbalken a tragen, mit dem sie fest verbunden sind. Die untere Preßplatte ff, die

in Fig. 197 bei p dargestellt ist, bewegt sich mit ihren vorspringenden Federn in zwei vertikalen Nuthen der Ständer, und erhält dadurch die nöthige genaue vertikale Führung. Die Preßschraube g läuft in der Mutter h eines unteren, mit starken Schraubenbolzen an die Ständer befestigten Querstücks, und wird theils durch den Kranz i, theils durch einen, in die Durchbohrungen des Kopfes eingesteckten Hebel gedreht. Die Preßplatte trägt zunächst eine, im Vorhergehenden noch nicht erwähnte Platte j (in Fig. 189 und 197 im Querdurchschnitt, in Fig. 191 in der Oberansicht dargestellt), auf welcher die beiden Leisten kk sitzen, zwischen denen sich der Schieber m, Fig. 189, oder l, Fig. 197 schiebt. Dieser Schieber trägt in der Mitte den kurzen Zapfen, auf dem sich die Scheibe n (Fig. 188 und 189) dreht. Fig. 190 zeigt diese Scheibe auf dem Schieber aufliegend in horizontaler Ansicht (die punktirten Kreise dieser Figur sollen den auf der Preßschraube sitzenden Kranz vorstellen).

Die Figuren 192, 193, 194, 195, 196 und 198 dienen sämmtlich



zur Erklärung der Einrichtung des Hobels. Er besteht aus einem Mittelstück o, von der Breite des Balkens, und zwei, durch Schraubenbolzen mit dem Mittelstück verbundenen Seitenbacken p, p durch welche die Eisen r, r an die Seitenflächen des oberen Balkens fest angedrückt werden, und zugleich ihre vertikale Führung erhalten. Die beiden Eisen haben an der Rückseite nahe unter den oberen Rändern, Ansätze, die in vertikalen Nuthen der Backen auf und ab verschiebbar, und mit eingeschnittenen Schraubengewinden versehen sind, in welchen sich Schraubenspindeln drehen, die an ihren oberen Enden durch entsprechende Durchbohrungen der Backen hindurchgehen, und hier durch Ansätze in ihrer Lage erhalten werden, so daß beim Umdrehen der Schrauben, die Muttern, mithin auch die damit zusammenhängenden Eisen gehoben und gesenkt werden. Die Anordnung der Schrauben und Eisen ersieht man am besten aus den Figuren 192 und 196, deren erstere ein Querschnitt, die letztere ein Längendurchschnitt durch die Mitte des Hobels ist. Fig. 195 und 196 sind Seiten- und Vorderansicht des Hobels. Fig. 198 zeigt die Einrichtung zum gleichzeitigen Drehen der Schrauben, die darin besteht, daß die Kopfenden der Schrauben gezahnte Räder t, t tragen, die in ein und dasselbe, zwischen ihnen liegende Rad s eingreifen. Um jedoch auch nach Erforderniß jedes der beiden Eisen allein für sich, ohne das Andere, gebrauchen zu können, dient die durch Fig. 193 ver-

Digitized by Google

deutlichte Einrichtung. Das zylindrische Kopfende der Schraube ist nämlich in der Richtung der Achse tief eingeschnitten; das zugehörige Rad paßt mit seiner Durchbohrung genau auf den Kopf der Schraube, um den es sich frei dreht, und hat an der Rückseite zwei aufstehende Stifte oder Zapfen. Endlich ist eine Kapsel U vorhanden, die einen quer durchgehenden Stift enthält. Man ersieht nun leicht, daß, wenn das Rad auf der Schraube sitzt, und die Kapsel so übergesteckt wird, daß ihr Querstift zwischen die Stifte des Rades, und in den Einschnitt der Schraube zu liegen kommt, Schraube und Rad in feste Verbindung kommen, während dagegen beim Abheben der Kapsel die Verbindung aufgehoben wird, und das Rad umgetrieben werden kann, ohne die Schraube mitzunehmen.

Schließlich ist noch zu erwähnen, daß, um eine völlig sichere Führung des Hobels zu erzielen, der obere Hauptbalken a zu beiden Seiten mit Nuthen b, b (Fig. 188) versehen ist, die sich nach innen erweitern, und in welchen entsprechende Federn an der Innenseite der Hobelbalken v, v (Fig. 194) einpassen. —

Mittelst dieser Maschine, ferner des Apparates zum Anfeuchten des Papiers durch einen luftleeren Raum, und der zugehörigen Presse, kann das Papier zu 45000 Banknoten von Einem Arbeiter in 1½ Stunden zum Druck völlig vorgerichtet werden. Das Papier wird hiebei viel weniger als bei der gewöhnlichen Handarbeit beschädigt.

Eine dem Anschein nach nicht unwichtige Verbesserung im Buchbinden ist ganz kürzlich von Hancock erfunden, und ihm durch ein Patent gesichert worden, deren Hauptidee darin besteht, durch Anwendung von Kautschuk eine elastische, dabei aber sehr biegsame Verbindung der Bogen ohne alles Heften hervorzubringen. Er stellt nämlich die gefalzten Bogen, den Rücken (welcher vorher gleich den übrigen drei Seiten beschnitten werden muß, so daß das Buch aus lauter einzelnen Blättern besteht) abwärts gekehrt, in vertikaler Richtung neben einander in eine, nach der beabsichtigten Rundung des Rückens zylindrisch ausgehöhlte Rinne, und drückt sie in dieser Lage durch zwei vertikale Bretter, deren Breite nur halb so groß ist, als die der Bücher, und die mittelst einer horizontalen Führung beliebig einander genähert und auseinander geschoben werden können, zusammen. Um die richtige Lage der Blätter zu sichern, sind diese Bretter mit Aushöhlungen von den Dimensionen des Buches versehen, so daß sie beim Zusammenschieben das, mit dem Rücken in der vorhin erwähnten Rinne liegende Buch dergestalt umfassen, daß sowohl unter als über diesen Brettern ein Viertel von der Breite des Buches vorsteht. An diesen vorspringenden Rändern bindet man jetzt das Buch mit mehrmals umgelegtem Bindfaden zusammen, nimmt es aus der Form, und setzt es in der Art in die Presse ein, daß nur gerade der Rücken ein wenig vorsteht. Dieser wird nun, am besten mit den Fingern, mit einer Kautschukauflösung eingerieben, die dabei in die Rückseite der Papierbogen eindringt. Wenn nach einigen Stunden der erste Kautschuküberzug trocken ist, gibt man einen zweiten etwas stärkeren, und so fort, bis nach Verlauf von 48 Stunden 4 Ueberzüge aufgetragen und getrocknet sind. Demnächst beklebt man den Rücken und die anliegenden Theile der Seiten mit irgend einem passenden Zeuge, der zu dem Ende mit Kautschuklösung bestrichen wird, setzt die Deckel an, und überzieht das Buch mit Pergament, Leder oder Papier. Bei diesem Verfahren erspart man also die Mühe des Heftens, Einsägens und Rückens. Die nach diesem Verfahren gebundenen Bücher legen sich beim Aufschlagen vollkommen flach auseinander, daher dieser Einband, besonders für gewisse Zwecke, z. B. für Schreibbücher, Notenbücher, Kupferwerke, Atlasse, Comptoirbücher u. dgl. unverkennbare Vorzüge vor gewöhnlichen Einbänden darbietet. Dazu kommt, daß das Kautschuk dem Insektenfraß nicht unterliegt, und auch durch Feuchtigkeit nicht leidet. Beim Einbinden größerer Sachen, als Kupferwerke, Atlasse u. dgl.

Digitized by Google

ist es inzwischen zweckmäßig, die Blätter an drei oder vier Stellen noch zu heften, um dem Ganzen mehr Haltbarkeit zu geben. Ganz besonders für Notenbücher ist das Binden in Kautschuk eine sehr große Verbesserung, weil sich die beiden Hälften des Buches so flach auf das Notenpult hinlegen, als wären es zwei einzelne Papierlagen, während ein gewöhnlich gebundenes Notenbuch, zumal wenn es etwas stark ist, durch das eigensinnige Zurückblättern, dem Klavierspieler nicht geringe Unbequemlichkeit verursachen kann. Für Manuskripte und Briefsammlungen, die oft einen so schmalen Rand haben, daß beim Heften ein Theil der Schrift ganz verdeckt werden würde, können nach der Hancockschen Methode, wobei die Befestigung nur an den äußersten Rändern Statt findet, ohne diesen Nachtheil gebunden werden. Die dicksten Comptoirbücher schlagen sich so flach wie zwei nebeneinander liegende Papierstapel auseinander, und können daher so gut wie ein einzelner Bogen Papier überall und bis zur Mitte mit gleicher Bequemlichkeit beschrieben werden.

Ure versichert, daß er sich durch eigene Anschauung von den großen Vorzügen der Hancockschen Einbände überzeugt habe.

Buchdruckerfarbe. (Printing ink, Encre d'imprimerie). Die Anfertigung guter Buchdruckerfarbe ist eine keineswegs leichte Aufgabe, und so unzählige Vorschriften dazu bereits bekannt gemacht sind, so haben sie doch sämmtlich keinen praktischen Werth. Savage in seinem Werke über Buchdruckerfarbe*) sagt, daß er nach Durchmusterung der von Moron, Breton, Papillon, Lewis, und in dem französischen Manuel de l' Imprimeur und anderen Werken gegebenen Vorschriften die Ueberzeugung gewonnen habe, daß die Encyclopaedia Britannia das einzige ihm bekannte Werk sei, das eine Anleitung zur Herstellung einer brauchbaren Buchdruckerfarbe gebe, obgleich auch diese, wie der Verleger seines Werkes bezeugen könne, nur ein mittelmäßiges Resultat liefere, weil keine nähere Angaben, weder über die Qualität noch auch über die Mengenverhältnisse der Materialien gemacht seien.

Die vortreffliche Farbe von Savage wird, wie er selbst berichtet, von den ersten Londoner Buchdruckern als unbedingt die beste anerkannt, und hat ihm die große Medaille der Society for the Encouragement of Arts eingebracht.

Die Materialien sind:

1. Leinöl. Nach Savage ist es unmöglich, das Leinöl durch noch so langes Kochen, ohne es brennen zu lassen, zu der erforderlichen Konsistenz zu bringen. Zum schnellen Löschen der Flamme bedient er sich eines, auf den Kessel, der nur zur Hälfte mit Leinöl angefüllt werden darf, recht genau passenden zinnernen Deckels.

Statt des Leinöls nehmen die Franzosen Rußöl, indessen ist das erstere, wenn es alt ist, eben so gut, und, in England wenigstens, viel wohlfeiler.

2. Kolophonium (black rosin). Ein wichtiges Ingrediens zu einer guten Buchdruckerfarbe, das nach beendigtem Kochen und Brennen des Leinöls darin aufgelöst wird, und sich damit zu einer balsamartigen Masse, ungefähr wie Kanadabalsam verbindet, welcher auch einen vortrefflichen Buchdruckerfirniß darstellt.

3. Seife. Ebenfalls ein sehr wichtiger Zusatz zur Buchdruckerfarbe, dessen zuerst in der Encyclopaedia Britannia Erwähnung geschieht. Ohne Seife setzt sich die Farbe leicht an die Lettern an, so daß sie nach verhältnißmäßig wenigen Abdrücken sich ganz verschmieren, und nicht ohne Anwendung von alkalischen Laugen gereinigt werden können. Ohne Zusatz von Seife schäumt auch das Leinöl beim Kochen weit stärker. Zu schwarzer Farbe ist die gelbe englische Harzseife am besten, zu hellen, zarten Farben dagegen weiße Seife. Ein zu starker Zusatz von Seife bedingt jedoch einen ungleichförmigen Druck, und ist dem schnellen Trocknen

*) Savage, on the preparation of printing-ink. London 1832.

Digitized by Google

der Farbe hinderlich. Das richtige Verhältniß ist getroffen, wenn die Farbe gut und rein von den Lettern abläßt, und diese nicht verschmiert.

4. Lampenschwarz, dessen Bereitung in dem Artikel „Schwarze Farben“ nachzusehen ist, eignet sich am allerbesten zur schwarzen Buchdruckerfarbe.

5. Elfenbeinschwarz ist allein für sich zu schwer, kann jedoch, für gewisse Zwecke, in geringer Menge dem Lampenschwarz zugesetzt, und damit zusammengerieben werden. So z. B. macht man davon Anwendung, um von Holzschnitten möglichst schöne Abdrücke zu erhalten.

6. Indig, entweder allein, oder in Verbindung mit gleich viel Berlinerblau in geringer Menge der schwarzen Farbe zugesetzt, dient dazu, den Stich ins Braune aufzuheben, den manche Sorten Lampenschwarz zeigen.

7. Kopaivbalsam, der in besonders guter Qualität bei Mr. Atlen, Plough court, Lombard street, London zu beziehen ist. Wenn man diesen mit etwas Seife und Lampenschwarz auf dem Reibsteine abreibt, so entsteht eine sehr gute Buchdruckerfarbe, die in Fällen, wo es sich um Ausführung besonders zierlicher Arbeiten handelt, sehr gute Dienste leistet. Kanada-Balsam ist zu diesem Zwecke weniger brauchbar.

Das Leinöl wird in einem eisernen Kessel über freiem Feuer erhitzt, und, wenn es starke Dämpfe zu entwickeln anfängt, entzündet, worauf man dann entweder den Topf vom Feuer abhebt, oder das Feuer unter ihm hinwegnimmt. Man läßt das Oel nun so lange fortbrennen, bis ein herausgenommenes, auf einer Messerklinge abgekühltes Pröbchen sich zwischen den Fingern zu Fäden von ½ Zoll Länge ausziehen läßt, worauf man die Flamme durch Auflegen des Deckels auslöscht.

Zu 6 Quart so gekochten Leinöls setzt man nun allmälig 6 Pfund Kolophonium und, wenn sich dieses gelöst hat, 1¾ Pfund trockne gelbe Seife bester Qualität, die verläufig fein zerschnitten sein muß. Der Wassergehalt der Seife bewirkt dabei ein sehr heftiges Aufschäumen des heißen Firnisses, daher man mit dem Zusatz der Seife sehr vorsichtig zu Werke gehen muß. Haben sich Harz und Seife durch anhaltendes Rühren völlig aufgelöst, so bringt man den Kessel wieder auf das Feuer, um den Firniß noch eine Weile kochen zu lassen.

Während dem werden 5 Loth pulverisirter Indig und eben so viel Berlinerblau mit 4 Pfund des besten mineralischen Lampenschwarz (?) und 3½ Pfund gutem vegetabilischen Lampenschwarz in einen irdenen Topf von der Größe, daß er zur Aufnahme des Firnisses hinreicht, gegeben, und nun der Firniß noch warm, aber nicht ganz heiß, langsam und unter beständigem Rühren hinzugegossen. Die so erhaltene Mischung wird zuletzt in einer Farbemühle oder auf dem Reibsteine zu völlig gleichförmiger Konsistenz gebracht.

Zur Bereitung farbiger Buchdruckerfarben dienen besonders Karmin, Karminlack, Zinnober, Mennige, Chromgelb, gebrannte terra di Siena, römischer Ocher, Grünspan, Mischungen von Blau und Gelb zu Grün, Indigo, Berliner Blau, Antwerpenerblau, Umbra, Sepia, Mischungen von Braun und Roth u. dgl.

Buchdruckerkunst. (Imprimerie, Printing.) Der Bücherdruck zerfällt in zwei Hauptarbeiten, nämlich das Zusammensetzen der Druckformen aus einzelnen metallenen Typen (das Setzen) und das Abdrucken dieser Formen auf Papier (das Drucken). Ueber die in den Buchdruckereien gebräuchlichen Farben ist das Nothwendige in dem vorstehenden Artikel enthalten. Ueber die Verfertigung der Typen gibt der Artikel „Schriftgießerei,“ und über die Herstellung der in einzelnen Fällen statt beweglicher Typen angewendeten metallenen Druckplatten (Stereotypen) der Artikel Stereotypie Auskunft.

I. Das Setzen.

1. Die Typen. — Die kleinen Theile, aus welchen die Buchdruckerformen zusammengesetzt werden, und die man unter dem allgemeinen

Digitized by Google

Namen Typen (in engerem Sinne, sofern namentlich von Buchstaben-Typen die Rede ist, auch Lettern) versteht, sind aus einer Mischung von Blei und Antimon (Schriftzeug) gegossen, und enthalten die mit Farbe auf das Papier zu übertragenden Buchstaben ꝛc. im Relief. Man muß sie wieder in folgende Arten unterscheiden: a) Schriften, d. h. Buchstaben mit den dazu gehörigen Ziffern, Interpunktionszeichen u. dergl. — b) Zeichen verschiedener Art, z. B. Kalenderzeichen, mathematische und chemische Zeichen ꝛc. — c) Klammern, einfache und verzierte Linien, Einfassungen. — d) Vignetten. Außerdem sind zu erwähnen, die Ausschließungen, (welche man zur Ausfüllung der im Abdrucke leer bleibenden Räume des Satzes gebraucht, und zwischen die Wörter sowie in besonderen Fällen zwischen die einzelnen Buchstaben setzt, um sie nach Erforderniß von einander entfernt zu halten, die sich daher nicht mit abdrucken, deshalb niedriger sein müssen, als die Typen); und der Durchschuß, welcher zwischen die Zeilen eingesetzt wird, wenn man sie in größeren Abstand von einander bringen will (durchschossener Satz.) Die Ausschließungen sind Quadrate (oder Gevierte) Halbgevierte und Spatien; der Durchschuß besteht aus dünnen Streifen von der Länge der Zeilen (Durchschuß-Linien) oder aus kürzeren Stücken, so genannten Konkordanz-Quadraten.

Die Schriften sind von mehrerlei Art, nämlich — in den deutschen Druckereien: Fraktur, die gewöhnliche deutsche Druckschrift; — Antiqua, die gewöhnliche (stehende) lateinische Druckschrift; — Cursiv, die liegende lateinische Schrift; — Schreibschrift, zur Nachahmung der deutschen und englischen Handschrift; — einige besondere Arten als Modifikationen der Fraktur, wie Schwabacher, Kanzlei, Gothisch; — Titelschriften, auf mancherlei Weise geformt und verziert; — Schriftarten zu fremden Sprachen, die sich nicht der Fraktur und Antiqua-Buchstaben bedienen, als: Griechisch, Hebräisch, Russisch, Arabisch, Türkisch, Armenisch u. s. w.

Die großen Anfangsbuchstaben heißen in der Kunstsprache Versalien; doppelte oder mehrfache Buchstaben Ligaturen (wie: ch, ck, ff, fi, fl, ll, ſi, ſſ, ſt, tz.) Der Größe nach hat man die Haupt-Schriftarten in einer Reihe von Abstufungen (Graden), welche mit eigenen Namen bezeichnet werden. Die zum Bücherdruck gebräuchlichsten sind: Petit, Garmond oder Corpus, Bourgois und Cicero. Kleiner als Petit sind (in absteigender Ordnung): Colonel, Nompareille, Perl, Diamant; größer als Cicero (nach zunehmender Größe geordnet): Mittel, Tertia, Text, Doppel-Mittel, Canon, Missal, Sabon, Real, Imperial. Das Fraktur m oder n ist in der Petit nahe $^1/_{10}$ Zoll, in der Garmond ungefähr $^1/_{16}$, in der Cicero $^1/_{13}$ bis $^1/_{12}$ Wiener Zoll hoch, ferner in Mittel $^1/_{10}$, Text $^1/_8$, Canon $^3/_8$, Missal $^9/_{16}$, Sabon fast $^3/_4$ Zoll. Jedoch können diese Angaben nicht als genau und unabänderlich betrachtet werden, weil man sich nicht streng an bestimmte Maße zu halten pflegt, und überdies von manchen Gattungen zwei verschiedene Abstufungen macht, so: Klein- und Groß-Cicero, kleine und grobe Canon, kleine und grobe Missal, kleine und grobe Sabon.

Mit der Höhe der Buchstaben selbst darf das nicht verwechselt werden, was der Buchdrucker den Kegel der Schriften nennt. Die Lettern sind nämlich vierseitig prismatische Stäbchen von etwas weniger als 1 Zoll Höhe, welche auf der obern Endfläche den Buchstaben in Relief und in verkehrter Stellung enthalten. Ihre Breite (nach der Breite des Buchstaben gemessen) ist natürlich für die verschiedenen Buchstaben des Alphabetes nicht gleich; aber ihre Dicke (der Höhe des Buchstaben entsprechend) muß für alle zu einer Schrift gehörigen Typen völlig übereinstimmend sein, damit sich regelmäßige Zeilen zusammensetzen lassen. Das Maß dieser Dicke ist es, welche man unter Stärke des Kegels versteht. Der Kegel ist jederzeit größer, als die Höhe

Digitized by Google

der Buchstaben, selbst wenn diese Ober- und Unterlänge haben (wie Z, P, F, ſ, f, b,); doch beträgt der Unterschied in diesem Falle nur sehr wenig, wogegen er bei Buchstaben blos mit Oberlänge (wie A, C, G, K, M, R, S, W, d, t, l, k,) oder blos mit Unterlänge (wie g, q, y, p, z,) beträchtlicher, und bei den kurzen Buchstaben (wie a, e, o, u, m, n, r,) am beträchtlichsten wird. Man gießt auch wohl eine Schrift auf einen größeren Kegel, als der ihr eigentlich zugehört, (z. B. Garmond auf Cicero-Kegel), um ohne Durchschuß weiter aus einander stehende Zeilen zu erhalten, oder einen aus verschiedenen Schriftgraden gemischten Satz herzustellen. Drückt man die verhältnißmäßige Stärke des Kegels durch Zahlen aus, so gelten dafür folgende Bestimmungen in Betreff der hier (nicht vollständig) verzeichneten Gattungen: Diamant 4, Perl 5, Nompareille 6, Colonel 7, Petit 8, Bourgois und Garmond (Corpus) 10, Cicero (kleine und grobe) 12, Mittel 14, Tertia 16, Tert 20, Doppel-Mittel 28, Kleine Canon 32, Grobe Canon 40, Kleine Miſſal 52, Grobe Miſſal 64, Kleine Sabon 76, Grobe Sabon 84, Real 96, Imperial 108. Der Petit-Kegel mißt $7\frac{3}{4}$ typographiſche Punkte, (deren ſechs eine alte Pariſer Linie ausmachen,) alſo $\frac{3}{8}$ Pariſer Zoll, Garmond-Kegel $9\frac{1}{8}$ typ. Punkte ($1\frac{1}{6}$ P. Z.), Cicero-Kegel $11\frac{5}{8}$ typ. Punkte ($1\frac{1}{2}$ P. Z.) Hiernach läßt ſich die Stärke der übrigen Kegel mittelſt der oben angegebenen Verhältnißzahlen leicht finden.

Die Geſtalt der Lettern zeigt Fig. 199 in perſpektiviſcher Anſicht.

199

Die Dimenſion a b iſt diejenige, welche wir oben als die Stärke des Kegels bezeichnet haben. Alle Winkel an dem prismatiſchen Körper ſind rechte, und müſſen mit der größten Genauigkeit hergeſtellt ſein, damit beim Zuſammenſetzen auch noch ſo vieler Typen ſtets wieder ein rechtwinkeliges Ganzes entſteht, in welchem alle Theile genau und feſt an einander paſſen. Eine Ausnahme von dieſer Regel der rechtwinkeligen Typenform bilden die nach neuerer Art verfertigten Curſiv- und deutſchen Schreibſchriften auf ſchiefem Kegel, wobei das metallene Stäbchen ein verſchobenes (rhombiſches) vierſeitiges Prisma iſt, deſſen rechte und linke Seite nach einer ſchiefen Richtung, dem Laufe der Hauptſtriche in den Buchſtaben entſprechend, liegen. Da aber eine aus ſolchen ſchiefen Lettern zuſammengeſetzte Zeile auch wieder eine verſchobene oder rhombiſche Geſtalt hat, ſo wird an jedem Ende derſelben ein keilförmiges Stück angeſetzt, welches die Ergänzung zur rechtwinkeligen Form bewirkt. Jede Letter beſitzt nahe am Fuße, und zwar auf der Seite, welche der untern Seite des Buchſtaben entſpricht, eine halbrunde Einkerbung e (die Signatur genannt), welche dem Setzer als ein fühlbares Merkmal dient, damit er beim Zuſammenreihen der Lettern dieſelben, ohne ſie anzuſehen, in die richtige Stellung bringt, d. h. weder ſo ſetzt, daß ſie auf der mit dem Buchſtaben verſehenen Seite ſteht; noch auch ſo, daß der Buchſtab im Abdrucke geſtürzt erſcheint. — In manchen Druckereien findet man Lettern mit zwei Signaturen, was alsdann der Fall zu ſein pflegt, wenn man zwei einander ſehr ähnliche Schriften deſſelben Größen-Grades vorräthig hat, die man nicht vermengen will, und welche deshalb dadurch unterſchieden werden, daß man der einen eine einfache, der andern eine doppelte Signatur geben läßt.

2. Geräthſchaften des Setzers. Die vorzüglichſten darunter ſind folgende:

a) Die Schriftkaſten. Die vorräthigen Typen hat der Setzer in einem hölzernen 3 Fuß langen, 2 Fuß breiten, $2\frac{1}{4}$ Zoll tiefen Kaſten vor ſich, der durch Scheidewände in eine große Anzahl Fächer abgetheilt iſt. Jedes Fach enthält Typen mit einerlei Buchſtaben oder Zeichen, aber dergeſtalt, daß die Buchſtabenfächer nicht nach der Ordnung des Alphabets auf einander folgen, ſondern in einer durch Er-

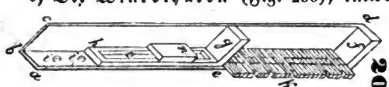
Digitized by Google

fahrung als zweckmäßig befundenen Art, wobei die Fächer mit den am öftesten im Satze vorkommenden Buchstaben der Hand des Arbeiters in bequemster Nähe liegen. Auch sind die Fächer von verschiedener Größe, da von einigen Typen eine größere Anzahl nöthig ist, als von anderen. So sind in einem Schriftkasten für deutschen Satz Fächer von dreierlei Größe, und zwar große für: a c h d e i m n o r t u Spatien und Gevierte; mittlere für: A B C D E F G H J K L M N O P Q R S T V W Z ä ö ü b f ff g k l p s ß st v w — = . , Halbgevierte; kleine für U X Y Ä Ö Ü c fi fl j ll q ß x y z ß 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 „ * [† § ' ; ! ? :)

Der Schriftkasten wird schräg auf eine Art Pult (Regal) gestellt, welches eine solche Höhe hat, daß der Setzer davor stehend arbeiten kann, und das unterhalb mehrere Fächer enthält, um andere Schriftkasten, Setzbreter ꝛc. aufzubewahren.

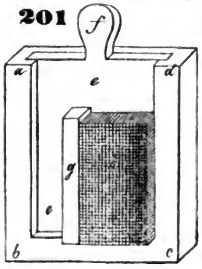
b) Der Blatthalter (Tenakel) zum Befestigen des abzusetzenden Manuskripts. Es ist dies ein hölzerner Stab, welcher mittelst einer stählernen Spitze an seinem untern Ende an einer bequemen Stelle des Schriftkastens eingestochen wird, so daß er etwas geneigt steht. — Die Befestigung des Manuskripts geschieht mittelst einer quer über das Tenakel aufgeschobenen hölzernen Gabel (Divisorium), welche zugleich als Zeilenweiser dient, und daher von Zeit zu Zeit auf dem Blatte von oben nach unten fortgerückt wird.

c) Der Winkelhaken (Fig. 200), entweder von Holz gearbeitet und mit Eisen beschlagen, oder ganz aus Eisen (auch aus Messing) gemacht, kann seinem Hauptheile nach als ein hohles rechtwinkeligvierseitiges Prisma



200

angesehen werden, von dem man zwei Seitenflächen und die eine Grundfläche weggenommen hat, so daß noch zwei rechtwinkelig an einander stoßende Wände b c d und b a e nebst dem diese beiden verbindenden Endstücke f übrig sind. Auf dem Boden a b e ist ein Winkelstück g h angebracht, dessen Fuß h einen langen Schlitz o besitzt, und dessen aufrechter Theil g parallel zu f steht; n ist ein Klötzchen, welches einer von unten eingeschraubten (daher in der Figur nicht sichtbaren) Schraube als Mutter dient. Diese Schraube, welche durch ein Loch von a b e und durch den Schlitz von h geht, verbindet, wenn sie angezogen ist, alle Theile fest mit einander. Der Abstand zwischen f und g bestimmt die Länge der durch Zusammensetzen der Lettern gebildeten Zeilen, und muß deshalb verändert werden, zu welchem Behufe schon der Schlitz o eine Verschiebung des Winkels g h gestattet. Um aber größere Unterschiede zu erhalten, sind in b a e mehrere Löcher wie i, i vorhanden, von welchen man eins zur Anbringung der Schraube auswählt. Die Art, wie die Lettern in den Winkelhaken eingelegt werden, ersieht man bei k.



d) Das Schiff (Fig. 201, nach einem um die Hälfte kleineren Maßstabe gezeichnet, als der Winkelhaken Fig. 200.) Es besteht aus einem viereckigen Brette, welches auf drei Seiten eine Einfassung von unterwärts ausgefalzten Leisten a b e d besitzt. In diesen Falz wird ein anderes, mit einem Handgriffe f versehenes Brett e e (die Zunge) eingeschoben. Das Schiff liegt beim Gebrauch auf dem Schriftkasten, und seine Fläche ist also dann, gleich diesem, geneigt. Der Griff ist nach oben gekehrt. Man stellt die aus dem Winkelhaken genommenen Zeilen in einer Ecke des Schiffes zu Druckseiten (Kolumnen) zusammen, und bestimmt die richtige und gleiche

Digitized by Google

Länge dieser letzteren durch Anlegung einer hölzernen, mit einem Zeichen versehenen Leiste, welche deshalb das Kolumnenmaß genannt wird, und zugleich mithilft, das Umfallen der Lettern zu verhindern. Die Abbildung zeigt bei h eine fertige Kolumne, und bei g das Kolumnenmaß.

e) Mehrere Setzbretter, nämlich starke, recht eben und glatt abgehobelte Bretter, welche etwas größer sind, als ein Bogen desjenigen Papiers, auf welchem der Satz abgedruckt werden soll, und auf ihrer untern Fläche mit zwei vorspringenden Leisten versehen sind, um darauf wie auf Füßen zu stehen. Auf diese Setzbretter überträgt man die einzelnen Kolumnen von dem Schiffe, (nachdem sie vorläufig mit einer Schnur umschlungen und, jedoch nicht zu fest, gebunden sind, damit die Lettern nicht aus einander fallen), um aus der nöthigen Anzahl derselben eine Form zu bilden. Man zieht nämlich die Zunge des Schiffes aus, legt sie sammt der Kolumne auf das Brett, und schiebt jene mit den Händen von der Zunge herab.

f) Formrahmen, von geschmiedetem Eisen, worin man die zu einer Druckform gehörigen Kolumnen des Satzes zusammenstellt, und entweder mittelst eiserner Schrauben oder hölzerner Keile so fest verbindet, daß die so gebildete Form ein kompaktes, ohne Gefahr aufzuhebendes und zu transportirendes Ganzes darstellt. Der wesentliche Unterschied zwischen Schraubrahmen und Keilrahmen ergibt sich aus dem Gesagten von selbst.

3. Formate. Unter Format versteht man in den Buchdruckereien das Größenverhältniß der einzelnen Blätter, woraus ein gedrucktes Werk besteht, zu dem ganzen Papierbogen; welches dadurch hervorgeht, daß der Bogen in eine größere oder geringere Anzahl Blätter eingetheilt wird. Diese Eintheilung oder Zerfällung findet nur in dem einzigen Falle nicht Statt, wo der ganze ausgebreitete Bogen bedruckt wird (und zwar in der Regel nur auf einer Seite), wie bei großen Maueranschlägen u. dgl. Das Format führt in diesem Falle den Namen Placat oder Patent. Die übrigen gebräuchlichsten Formate sind folgende: Folio, wobei der Bogen in der Mitte ein Mal gebrochen (zusammengelegt) wird, so daß zwei Blätter oder 4 Druckseiten (Kolumnen) daraus entstehen; Quart (4), wobei der ein Mal der Länge nach und einmal der Breite nach gebrochene Bogen in 4 Blätter zerfällt, also 8 Kolumnen enthält; Oktav (8), mit acht Blättern oder 16 Kolumnen; Duodez (12), mit 12 Blättern oder 24 Kolumnen; Sedez oder Sechzehner-Format (16), 16 Blätter oder 32 Kolumnen. Die noch kleineren Formate, wie Achtzehner oder Oktodez, Vierundzwanziger, Zweiunddreißiger ꝛc. kommen selten vor; eben so das Sechser-Format (Sexto) und die nicht durch Anzahl der Blätter, sondern nur hinsichtlich des Verhältnisses zwischen Länge und Breite verschiedenen Formate: Quer-Quart, Lang-Quart, Lang-Oktav.

Zu jedem Bogen, der auf beiden Seiten bedruckt wird, gehören zwei Formen, deren jede bei Folio 2, und bei den übrigen Formaten so viele Kolumen enthält, als die in dem Namen des Formates ausgedrückte Zahl anzeigt. So besteht eine Form zum Oktav aus 8, zum Duodez aus 12 Kolumnen ꝛc. Die Seite des Bogens, auf welcher die erste Kolumne (der Anfang des Bogens) sich befindet, wird zuerst gedruckt, und heißt der Schöndruck, der Druck der andern Seite führt den Namen Wiederdruck. Es leuchtet von selbst ein, daß die Kolumnen in den beiden Formen nicht nach der Ordnung, wie sie im gebundenen Buche auf einander folgen, neben einander gestellt sind, weil beim Zusammenlegen (Falzen) die Reihenfolge sich ändert. So vertheilen sich im Oktav-Formate die 16 Kolumnen folgender Maßen auf die beiden Formen:

Digitized by Google

Schöndruckform:

8.	6.	12.	5.
1.	16.	13.	4.

Wiederdruckform:

9.	11.	10.	7.
3.	14.	15.	2.

Im Abdrucke kehrt sich die Stellung um, und wird demnach auf dem Papiere folgende:

Schöndruck:

5.	12.	6.	8.
4.	13.	16.	1.

Wiederdruck:

7.	10.	11.	9.
2.	15.	14.	3.

Die gehörige Zusammenordnung der Kolumnen in den Formen wird das Ausschießen genannt, und ist eine Arbeit, welche bei den kleinen Formaten viel Aufmerksamkeit erfordert.

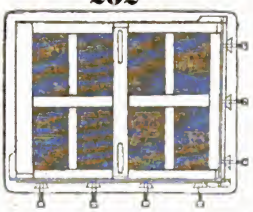
4. Die Arbeit des Setzens. Der Setzer steht vor dem auf dem Regale befindlichen Schriftkasten, die Augen auf das am Tenakel befestigte Manuskript geheftet, hält den Winkelhaken in der linken Hand, langt mit der Rechten die Lettern (ohne danach zu sehen) aus den Fächern des Kastens heraus, und setzt sie im Winkelhaken zu Zeilen an einander. Wenn der Winkelhaken angefüllt ist, so überträgt er dessen Inhalt auf das Schiff, und fährt so fort, bis eine Kolumne fertig ist. Diese wird mit der Kolumnenschnur gebunden und auf ein Setzbrett gebracht, wie schon oben erklärt wurde. Ist die zu einem Bogen erforderliche Anzahl der Kolumnen vollendet, so theilt man sie für die Schöndruckform und Wiederdruckform ab; ordnet die Kolumnen einer jeden Form auf einem besonderen Setzbrete; gibt ihnen durch dazwischen eingelegte hölzerne Leisten (Stege) den richtigen Abstand von einander, und bringt auch auf den vier äußeren Seiten solche Stege an; legt einen Formrahmen herum, und schreitet nun zum Schließen der Form, d. h. zum Zusammenpressen des Ganzen, indem man die Schrauben anzieht, oder die Keile zwischen die äußeren Stege und den Rahmen eintreibt. Statt der früher ausschließlich in Gebrauch gewesenen hölzernen Stege gebraucht man neuerlich sehr häufig die aus Schriftgießer-Zeug in hohlen Stücken gegossenen Metallstege (Hohlstege). Ein fleißiger und geschickter Setzer kann von gewöhnlichem Oktav-Formate, aus Cicero oder Garmond, wöchentlich 1½ bis 2 Bogen setzen, wenn er deutliches Manuskript hat, und der Satz von solcher Art ist, daß er keine besonderen Schwierigkeiten darbietet. Mathematischer Satz, so wie solcher, worin zwei oder mehrere Arten Schrift gemischt vorkommen, u. dgl. m., hält länger auf, weil der Setzer dazu zweier oder mehrerer Schriftkästen bedarf, und sehr oft von einem zum andern gehen muß.

5. Das Korrigiren. — Fleißige und geübte Setzer pflegen den Satz ungeachtet die verkehrte Stellung der Buchstaben in demselben, und die graue Farbe des Ganzen diese Beschäftigung sehr erschwert, selbst ein Mal zu überlesen, um Buchstabenfehler, mangelhafte Ausschließungen u. dgl. zu entdecken und zu verbessern, bevor ein Abdruck von den Formen gemacht wird. Dies muß geschehen, bevor die Form ganz fest geschlossen ist, damit unrichtige Lettern sich mittelst einer scharfspitzigen Ahle oder eines Zängelchens herausheben, und durch die richtigen ersetzen lassen. Das eigentliche Korrigiren aber, welches von einem dazu angestellten Korrektor in der Druckerei oder von dem Verfasser vorgenommen wird, erfordert einen Abdruck des Bogens (Kor-

Digitized by Google

rektur-Abzug), der entweder in der Presse oder auch nur durch Klopfen mit einer steifen Bürste (nachdem die Form mit Farbe versehen, ein Bogen Schreibpapier darauf gelegt, und letzterer mit einigen Blättern Makulatur bedeckt ist) vorgenommen wird. Die mit Hülfe konventioneller Zeichen am Rande der Druckseiten angezeigten Fehler müssen von dem Setzer verbessert werden, indem er dabei die Ahle anwendet, wie schon erwähnt. Hierauf wird die Form fest durch die Keile oder Schrauben geschlossen und dem Drucker übergeben. — Fig. 202 zeigt die Ansicht einer Oktav-Form in einem Schraubrahmen, und Fig. 203 jene einer Quartform in einem Keilrahmen.

202



203

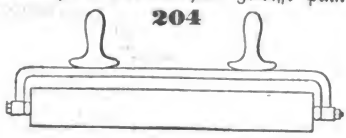
II. Das Drucken.

1) Vorbereitung des Papiers. Das Papier, worauf gedruckt wird, eignet sich (gleichviel ob geleimt oder ungeleimt) in seinem natürlichen Zustande nicht zur Hervorbringung eines schönen Druckes. Es ist einerseits überhaupt zu hart und zu wenig geschmeidig, um unter dem Drucke der Presse sich gehörig an die Lettern anzuschmiegen und die Farbe von denselben vollständig abzunehmen; anderseits hat das ungeleimte Papier die Eigenschaft, den Oelfirniß, womit die Druckfarbe angerieben ist, dergestalt einzusaugen, daß derselbe rings um den Abdruck jedes einzelnen Buchstabens aus einander fließt, wo er dann die Weiße des Papiers beeinträchtigt, ganz besonders, wenn er nach längerer Zeit durch die Einwirkung der Luft stärker gelb geworden ist. Diesen beiden Uebelständen begegnet man durch das vorläufige Feuchten des Papiers (Benetzen mit Wasser), welches jedoch nicht in zu starkem Maße Statt finden darf, weil sonst das Papier leicht zerreißt, oder sich rupft, (d. h. kleine Theilchen abläßt, die mittelst etwas Farbe an den Lettern hängen bleiben), oder wenigstens unter dem starken Drucke der Presse sich sehr aus einander quetscht, wodurch es uneben und beulig wird. Man theilt zum Feuchten das Papier buchweise oder nach Erforderniß in Lagen von geringerer Bogenzahl ab; legt auf ein glattes reines Brett eine trockene Lage, darüber eine nasse (durch reines Wasser gezogene), hierauf wieder eine trockene Lage, und so abwechselnd fort. Zu oberst kommt am Schlusse eine trockne Lage, die man mit einem Brette bedeckt. Letzteres wird mit Steinen oder Gewichten beschwert, oder man setzt das Ganze in eine Schraubenpresse, die man schwach anzieht. Innerhalb ungefähr 12 Stunden sind gewöhnlich alle Bogen gleichmäßig mit Feuchtigkeit durchzogen, und das Papier ist zum Drucke reif. Uebrigens kommen in dem Verfahren beim Feuchten mancherlei Abänderungen vor, die zum Theile sehr willkürlich sind und hier füglich übergangen werden können.

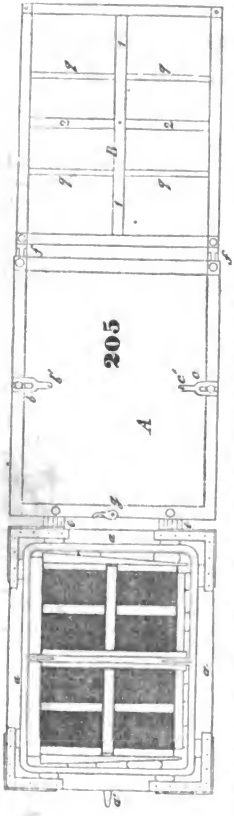
2) Die Buchdruckerpresse. Das Abdrucken der nach Obigem hergestellten Formen auf das durch Feuchten vorbereitete Papier, mittelst der fetten Druckerfarbe, geschieht im Allgemeinen dadurch, daß die Form mit einer dünnen, und gleichmäßigen Lage Farbe versehen, dann das Papier darüber gelegt, und das Ganze zusammen einem starken aber kurz dauernden Drucke unter einer Metallfläche ausgesetzt wird, wodurch die Farbe von den Typen sich ablöst, an das Papier übergeht und auf

Digitized by Google

diesem fest haftet, wo sie bald völlig eintrocknet. Die mechanischen Vorrichtungen zum Drucken sind theils eigentliche Pressen, für Handarbeit eingerichtet, theils Druckmaschinen, welche auf größte Schnelligkeit der Arbeit und Bewegung durch Dampfkraft oder nicht kunsterfahrene Menschenhände berechnet sind. Letztere werden in dem Artikel „Schnellpressen" beschrieben. Hier haben wir es daher nur mit den eigentlichen Druckerpressen zu thun, welche zwar wieder auf sehr mannigfaltige Weise konstruirt sind, aber durchaus gewisse Punkte mit einander gemein haben.



Das Auftragen, d. h. das Ueberziehen der Form mit Druckfarbe, geschieht durch einen eigens dazu bei der Presse angestellten Arbeiter, welcher sich dazu einer elastischen Auftragwalze bedient, indem er dieselbe zuerst auf dem Farbesteine und dann auf der Form hin und her rollt. Diese Walze (s. Fig. 204) ist in einen eisernen, mit zwei hölzernen Griffen versehenen Bügel gefaßt, besteht aus einer eisernen Achse, und einem auf dieser steckenden hölzernen Zylinder, welcher letztere mit einer aus Syrup und Tischlerleim zusammengesetzten Masse überzogen ist.



Die Vorrichtung zur Befestigung der Form und zum bequemen Auflegen des Papiers auf dieselbe stellt Fig. 205 im Grundrisse dar. Hier bemerkt man zunächst die Form (beispielweise eine solche zu Oktavformat) mit ihren Stegen und mit dem eisernen Rahmen (hier ein Keilrahmen); ferner den Kranz a a a einen starken hölzernen Rahmen, welcher auf einem (nicht angegebenen) horizontalen Brette, dem Laufbrette, befestigt ist, und in welchem das Fundament liegt. Letzteres ist eine völlig eben abgeschliffene, mit ihrer Oberfläche genau horizontal gerichtete Gußeisenplatte, auf welcher unmittelbar die Typen der Form mit ihren Fußenden ruhen. In dem Kranze ist die Form an allen vier Ecken mittelst Keilen fest eingeklemmt. A ist der sogenannte Deckel, der einerseits durch Charniere c, c mit dem Kranze, und anderseits, ebenfalls durch Charniere, f, f, mit dem Rähmchen B zusammenhängt. Der Deckel besteht aus einem viereckigen Rahmen, der an Umfang dem Kranze a gleich, und mit starker ungebleichter Leinwand bespannt ist. Auf demselben befinden sich an den eisernen Punkturscheren b, c zwei scharfe senkrechte Spitzen, Punkturen, Punkturspitzen, (in der Figur durch Punkte bei b', c', angegeben), zu einem weiterhin erhellenden Zwecke; g ist ein kleiner Vorreiber (die Deckelschnalle genannt), womit man das Rähmchen B festmacht, nachdem es an seinen Charnieren f, f niedergeklappt und platt auf den Deckel gelegt ist. Das Rähmchen ist ein noch zarter gearbeiteter Rahmen, als der

Digitized by Google

Deckel, besteht aus vier eisernen Leisten und so vielen, in seine Oeffnung eingesetzten, dünnen hölzernen Kreuzschienen, als das Format des Satzes nothwendig macht. Diese Schienen entsprechen nämlich den Stegen der Form, auf welche sie zu liegen kommen, wenn man das Rähmchen auf den Deckel, und diese beiden zusammen dann auf die Form niederlegt. Wäre das Format der vier abgebildeten Form Quart, so würde nur das Kreuz 1, 1, 2, 2, in dem Rähmchen vorhanden sein; für Oktav kommen noch ferner die Schienen q, q, q, q, hinzu. Man bespannt das Rähmchen anfangs mit einem starken Bogen Papier, schneidet alsdann in diesem so viele und so große Oeffnungen aus, als die Kolumnen des Satzes erfordern und klebt endlich auf das Papier die von dünnen Holzspänen zugeschnittenen Kreuzschienen auf. Sehr oft begnügt man sich auch mit dem Papier allein, ohne Holzbelegung. Auf die Leinwand-Bespannung des Deckels A wird zunächst ein dünner und sehr glatter Pappbogen (Preßspan), dann ein Blatt von feinem wollenen Tuche (der sogenannte Filz), und endlich eine Anzahl Druckpapierbogen gelegt, als unmittelbare Unterlage für das zu bedruckende Papier. Hierdurch erhält das letztere gleichsam ein weiches und elastisches Bett, mittelst dessen der Druck gegen die Form ausgeübt wird. Man sticht den zu druckenden weißen Bogen auf die schon erwähnten Punkturspitzen b', c' im Deckel auf, legt dann das Rähmchen B nieder, befestigt es mittelst der Schnalle g, und schlägt endlich den Deckel auf die Form um. Der unterdessen schon mit Farbe versehene Satz berührt nun die durch die Oeffnungen des Rähmchens bloß gelassenen Theile des Papiers, während letzteres an den Stellen der Stege eben durch den Ueberzug des Rähmchens bedeckt und daher vor Verunreinigung geschützt bleibt. Durch die Punkturen entstehen in dem Papierbogen zwei kleine Löcher (Punkturlöcher), welche als ein Merkmal dienen, um das zu bewirken, was der Drucker mit dem Ausdrucke Registerhalten bezeichnet, nämlich zu machen, daß der Wiederdruck Kolumne für Kolumne genau passend dem Schöndrucke gegenüber steht, und beide sich gegenseitig decken, wenn der Bogen gegen das Licht gehalten betrachtet wird. Man bedruckt nämlich zuerst die ganze zur Auflage erforderliche Bogenanzahl mit der Schöndruckform auf der einen Seite, und schreitet alsdann zum Wiederdruck, d. h. zum Bedrucken auf der zweiten Seite, mit der andern Form. Indem man nun beim Wiederdrucke das Einlegen eines jeden Bogens in den Deckel so bewirkt, daß er mit den beim Schöndruck entstandenen Punkturlöchern wieder auf die Punkturspitzen aufgestochen wird, kommt er in die richtige Lage, damit nicht die Kolumnen des Wiederdruckes verschoben gegen jene des Schöndruckes erscheinen.

Die ganze aus dem Laufbrette, dem Fundamente und Kranze, der Form, dem Deckel und Rähmchen bestehende Vorrichtung heißt der Karren, weil sie in der Presse hin und hergeschoben wird, um unter den eigentlichen Preßapparat hinein und nach geschehenem Abdrucke wieder heraus gebracht zu werden. Der Haupttheil des Preßapparates, nämlich derjenige, welcher unmittelbar den Druck gegen die unter ihm befindliche Form ausübt, und an allen Buchdruckerpressen vorkommt, mögen sie übrigens auch noch so verschieden konstruirt sein, ist der Tiegel, eine glatt und flach abgedrehte länglich viereckige Gußeisenplatte, welche horizontal angebracht ist, und durch einen kraftvollen Mechanismus herabbewegt wird, um mit ihrer ganzen untern Fläche sich auf den Deckel zu legen, und durch diesen hindurch den Druck auszuüben, welcher das Papier gegen die Form preßt, und den Uebergang der Farbe von den Typen auf das Papier veranlaßt. Bei einigen Pressen ist der Tiegel nur halb so groß als die Form, und letztere wird demnach in zwei Absätzen gedruckt, indem man den Karren erst zur Hälfte unter den Tiegel einfährt, die halbe Form abdruckt; dann weiter einfährt und nun den Tiegel auf die zweite halbe Form wirken läßt. Andere Pressen haben einen Tiegel, der die volle Größe der Form besitzt und sämmtliche Kolumnen dieser letztern mit einem Male abdruckt;

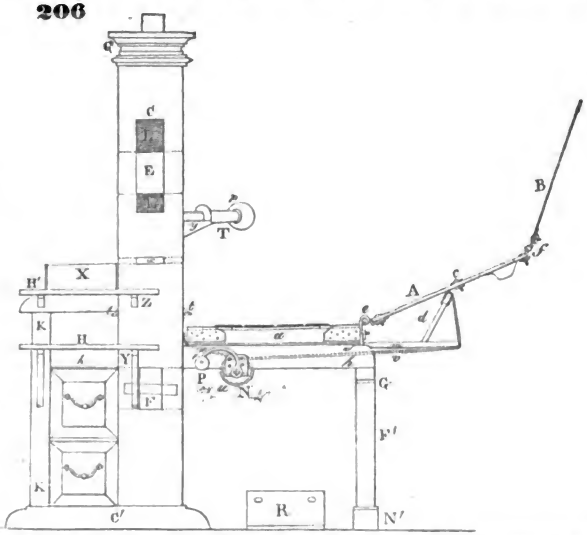
Digitized by Google

indessen ist, damit dieses Statt finden könne, erforderlich, daß entweder die Form klein oder der Preßmechanismus besonders kräftig sei.

Nach den vorstehenden allgemeinen Bemerkungen ist es Zeit, zur speziellen Beschreibung der Pressen überzugehen. Da es nach dem Plane des gegenwärtigen Werkes unangemessen sein würde, die zahlreichen in der neueren Zeit zum Vorscheine gekommenen Konstruktionen von Buchdruckerpressen sämmtlich oder auch nur zum größern Theile zu beschreiben, so sollen hier außer der alten, noch jetzt viel gebräuchlichen, hölzernen Schraubenpresse nur ein Paar neuere Pressen, die eine bedeutende Verbreitung gewonnen haben, aufgenommen werden.

Die hölzerne Presse mit Schraube, welche mit jener zur Zeit der Erfindung der Buchdruckerkunst üblich gewesenen in der Hauptsache übereinstimmt, zeigt Fig. 206 im Aufrisse von der Seite, vor welcher der

206

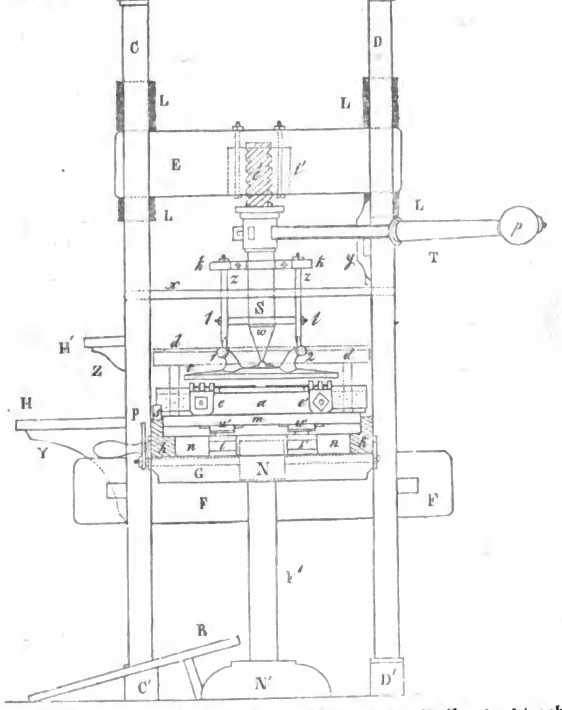


Drucker steht; Fig. 207 nach größerem Maßstabe in der Endansicht mit dem Standpunkte zur rechten Hand des Druckers. Deckel und Rähmchen, welche in Fig. 206 offen gezeichnet sind, mußten in Fig. 207 weggelassen werden, um nicht andere Theile zu bedecken; und aus gleichem Grunde ist der mit d bezeichnete Theil in der zweiten Ansicht nur mittelst punktirter Linien angegeben.

Die Buchstaben a, e, A, c, B, f haben hier die nämliche Bedeutung wie in Fig. 205; m ist das bereits erwähnte, aber noch nicht bildlich vorgestellte Laufbrett, auf welchem sich eine zur Unterstützung des aufgeschlagenen Deckels A dienende Vorrichtung g (der Galgen oder Deckelstuhl) befindet. Die übrige nicht schon in dem Bisherigen erklärten Bestandstücke der Presse gehören theils zur Anbringung und Bewegung des Karrens, theils zu dem Preßapparate selbst. In ersterer Beziehung ist zunächst der Rost zu erwähnen, bestehend aus zwei parallelen horizontalen Balken h, h', welche an den Enden durch Querhölzer, wie das in Fig. 207 bei n n sichtbare, verbunden sind. Das ebengenannte Stück n n

Digitized by Google

wird von einem längern, zugleich unter h und h′ hergehenden Riegel G getragen, welcher mit seinem Ständer F′ und Fuße N′ auf dem Boden des Zimmers steht. Am andern Ende des Rostes befindet sich ein ähnlicher Riegel wie G, der aber auf zwei Säulen oder Ständern ruht (s. den vordern dieser Ständer in Fig. 206 bei K K.) Zwischen h und h′ liegen noch zwei mit denselben parallele Langhölzer, welche mit ihren Enden in den Querriegel n n und den gleichen Riegel am andern Ende des Rostes eingezapft sind, wie man bei i, i′ in Fig. 207 bemerkt. Auf diesen zwei Mittelhölzern, welche oben mit eisernen Schienen belegt sind, läuft das Laufbrett m, welches zu diesem Behufe unterwärts mehrere metallne Backen oder Klammern u′, u′ (Fig. 207) besitzt, und, um bei seiner Be-



wegung nicht seitwärts abzuweichen, in Falzen der Balken h, h′ geht, wie man gleichfalls aus Fig. 207 erkennt. N in beiden Abbildungen, ist die hölzerne Walze, durch deren Umdrehung der Karren auf dem Roste nach der Presse hin oder von derselben weg geschoben (ein- oder ausgefahren) wird, um die Form zum Abdrucke unter den Tiegel hinein,

Digitized by Google

oder nach geschehenem Abdrucke wieder heraus zu bringen. Die eiserne Achse der Walze liegt in Lagern unten und auswendig an den Balken h, h', und ist vorn mit einer Kurbel P versehen. Auf dem Umkreise der Walze sind zwei Stricke oder Riemen u und v (Fig. 206) befestigt, welche in entgegengesetzten Richtungen laufen und mit ihren anderen Enden an dem Karren eine Befestigung haben, nämlich u an dem Haken a' (Fig. 205), v aber an dem Galgen d (Fig. 206). Diese einfache Anordnung bewirkt, daß, wenn man die Kurbel P in der Richtung des Pfeiles umdreht, die Walze den Strick v aufwickelt, dagegen den Strick u nachläßt, folglich der Karren (das Laufbrett m, sammt Allem was sich darauf befindet) auf dem Roste gegen den bei t befindlichen Tiegel hingeschoben wird. Eine verkehrte Drehung der Kurbel bringt den entgegengesetzten Erfolg hervor, indem der nun sich aufwickelnde Strick u den Karren zieht. Ein oben am Balken h befindlicher Aufhalter s (beide Figuren) verhindert, indem der Kranz a gegen denselben stößt, ein zu weites Herausfahren, was ohne denselben bei der raschen Bewegung Statt finden könnte.

Das Gestell der Preßvorrichtung besteht aus zwei senkrechten Wangen C, D, welche unten in die Füße C', D', eingezapft, oben durch die Krone G', unterhalb des Rostes aber durch einen starken verkeilten Querriegel F mit einander verbunden sind. Ein anderer zwischen den Wangen angebrachter Querbalken E, ist zwar ebenfalls in dieselben eingezapft, jedoch so, daß die Zapfenlöcher (wie man aus Fig. 206 entnimmt) sowohl oberhalb als unterhalb der Zapfen noch bedeutende offene Räume lassen. Diese Oeffnungen werden mit auf einander geschichteten Pappstücken L, L ausgefüllt, wodurch sowohl der Balken E eine gewisse Elastizität erhält, als die Möglichkeit gegeben ist, ihn nöthigenfalls höher oder niedriger zu legen. Die Mitte dieses Balkens ist in senkrechter Richtung mit einem großen Loche durchbohrt, in welchem von unten die messingene Schraubenmutter i' der eisernen Preßspindel o' (Fig. 207) mittelst vier Schraubbolzen befestigt ist. Das Gewinde der Schraube ist ein dreifaches mit flachen Gängen. Die glatte zylindrische Verlängerung S der Schraubenspindel endigt in eine gehärtete stählerne Spitze w, welche sich in eine Pfanne auf der obern Seite und im Mittelpunkte des Tiegels stützt. Durch diese Veranstaltung wird der von der niedergehenden Schraube ausgeübte Druck dem Tiegel t mitgetheilt. Da aber der letztere nur gerade (ohne Drehung) steigen und sinken, zugleich aber beim Hinaufgehen der Schraube von dieser mit gehoben werden muß; so ist der Tiegel mittelst vier Haken, welche gleich 1 und 2 (Fig. 207) von seiner obern Fläche hervorragen, durch Schnüre an den zwei eisernen, in Doppelhaken auslaufenden Stangen z, z angebunden. Letztere gehen durch Löcher der Brücke x, so daß sie der Drehung der Schraube nicht folgen können, und stehen durch zwei Querstücke k k und l l mit einander in Verbindung, welche mit ihren ringförmigen Mitteltheilen die Spindel S umfassen. Das obere Querstück k, k, besteht aus zwei zusammengeschraubten Theilen und ist in einen Hals der Spindel eingelassen, so daß es von der Schraube bei deren Auf- und Niedergange mitgenommen wird. Die Vereinigung der Theile k, z, l wird das Schloß genannt.

Die Umdrehung der Spindel wird durch einen in dieselbe eingesteckten horizontalen eisernen Hebel (Bengel, Preßbengel) T bewirkt, welcher einen hölzernen Griff und am äußersten Ende eine die Bewegung erleichternde Schwungkugel p besitzt. Wenn der Tiegel gehoben und die Presse in Ruhe ist, liegt der Bengel auf dem Träger (der Schnalle) y, damit nicht sein Gewicht auf die Schraube zurückwirkt. Der Weg, welchen der Bengel durchläuft, wenn er von dem Drucker angezogen wird, um mittelst der Schraube den Tiegel herabzuführen, beträgt kaum den dritten Theil des Kreises.

Die so eben beschriebene hölzerne Buchdruckerpresse ist wegen ihrer Wandelbarkeit, wegen der schwerfälligen, sowohl Raum als Licht übermäßig wegnehmenden Gestalt, und wegen der großen zu ihrer Bewegung

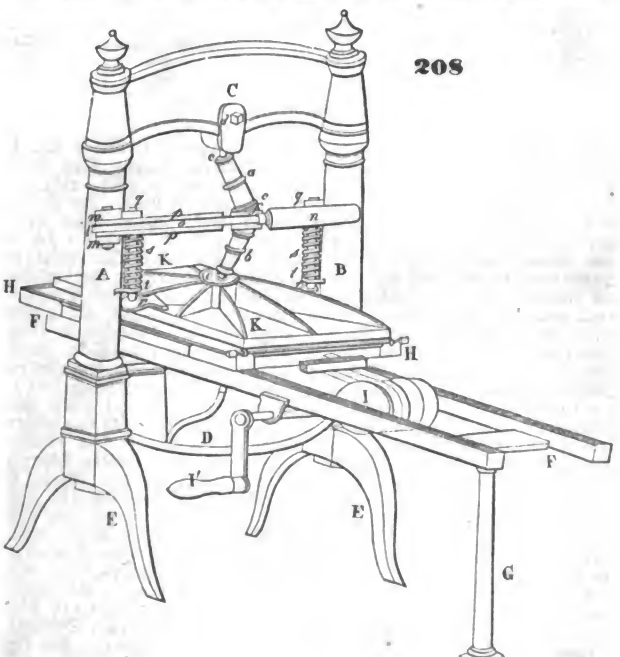
Digitized by Google

erforderlichen Anstrengung des Druckers als sehr unvollkommen anerkannt. Dagegen sind in neuerer Zeit in bedeutender Anzahl Pressen-Konstruktionen erfunden und eingeführt worden, welche, ganz in Eisen ausgeführt, sowohl eine weit größere Festigkeit und Dauerhaftigkeit als ein viel gefälligeres Aeußeres darbieten; zugleich den Vortheil gewähren, daß sie in Folge ihres niedrigern und schlankern Baues das Tageslicht weniger verdecken und von der Druckform abhalten; endlich aber durch ihren (theils auf zusammengesetztes gewöhnliches Hebelwerk, theils auf das Prinzip des Kniehebels oder auf jenes der schiefen Fläche basirten) Mechanismus eine so ansehnliche Erleichterung der Bewegung gewähren, daß die Gesundheit des Druckers wesentlich geschont wird und derselbe im Stande ist, bei den größten Formaten durch einen nach Erforderniß großen Tiegel, stets die ganze Form mit einem Male abzuziehen, während bei der hölzernen Presse dies in zwei Malen geschehen muß.

Unter diesen neueren, ganz aus Eisen gearbeiteten, Buchdruckerpressen sollen hier zwei der beliebtesten als Beispiele gewählt werden, nämlich die Hagar-Presse und die von Cogger.

Die Hagar-Presse ist durch Fig. 208 in perspektivischer Ansicht darge-

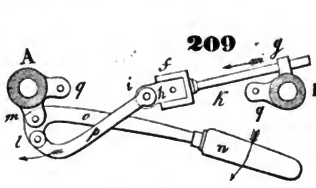
208

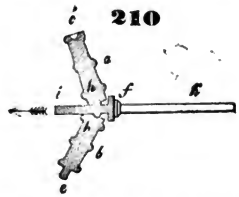


stellt, und zwar so, wie sie erscheint, wenn der Karren eingefahren und das Ganze zum Abdruck bereit ist. Das gußeiserne Gestell besteht hauptsächlich aus zwei hohlen Säulen A, B, einem obern Querbalken C, einem untern D, und den Füßen E, E. Eine starke schmiedeiserne Stange geht

Digitized by Google

durch jede Säule, durch beide Balken und durch den einen Fuß, hat oben einen Kopf, unten eine Schraubenmutter, und hält so alle vier Theile unwandelbar zusammen. F ist der Rost, der außer seiner Verbindung mit dem Querbalken D noch von einem Ständer G getragen wird; H, H der Karren; I die Walze mit ihrer Kurbel I'; K endlich der Tiegel, der durch Rippen auf seiner obern Seite die nöthige Verstärkung erhält. Alle diese Theile bedürfen hier keiner besondern Erklärung, da sie im Wesentlichen mit jenen der hölzernen Presse übereinstimmen, und nur zum Theile das Material (Gußeisen), so wie die Gestalt, Verschiedenheiten darbietet. Der Druckapparat der Hagar-Presse ist nach dem Prinzipe des Kniehebels konstruirt und eben so einfach als wirksam. Man wird die Einrichtung desselben besser verstehen, wenn man mit Fig. 208 den Grundriß Fig. 209 und den senkrechten Durchschnitt Fig. 210 vergleicht.





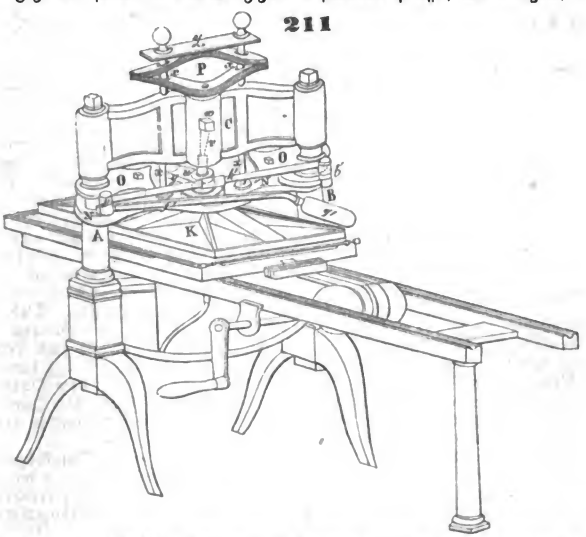
Das Knie besteht aus zwei starken gußeisernen Streben a und b, welche einen sehr stumpfen Winkel mit einander machen. Das obere Ende von a enthält eine pfannenartige Vertiefung c' (Fig. 210), in welcher der Zapfen c des Querbalkens C (Fig. 208) steht. Ein Keil d ist das Mittel, um nach Erforderniß diesen Zapfen etwas höher oder niedriger zu stellen. b hat am untern Ende einen Zapfen e, der sich in eine Pfanne auf dem Mittelpunkte des Tiegels stützt. Die einander zugewendeten Enden der Streben sind, ohne unmittelbare Verbindung mit einander, in eine Büchse f eingeschlossen, deren horizontale Scheidewand oben und unten einen kleinen Zapfen h trägt, und mit diesen beiden in Vertiefungen der Streben eingreift. Bei i werden in diese Scheidewand der Büchse mittelst eines Bolzens zwei parallele etwas gekrümmte Schienen p, p eingehängt, welche an ihren entgegengesetzten Enden auf gleiche Weise mit dem kurzen Arme eines Winkelhebers n o m l verbunden sind. Den Drehungspunkt dieses Hebels bildet ein Bolzen in dem gabelartigen Ansatze m der Gestells-Säule A; sein langer Arm ist der Bengel n o. Um das Schwanken der Büchse f zu verhindern, hat dieselbe eine Verlängerung k in Gestalt einer runden Stange, welche in dem passenden Loche eines Ansatzes g an der Säule B gleitet. Nach diesen Voraussetzungen ist es klar, daß das Anziehen des Bengels n in der Richtung des Pfeils (Fig. 209) eine Bewegung von p, f, k, ebenfalls in der Richtung der Pfeile, zur Folge haben muß. Hierdurch aber nähern beide Streben a, b sich der senkrechten Stellung, der Winkel des Knies vergrößert sich daher, und der Tiegel K (Fig. 208) wird herabgedrückt, indem die Entfernung zwischen c und e sich angemessen vergrößert. Die äußerste Grenze dieses Niederganges des Tiegels ist alsdann erreicht, wenn die Sreben eine völlig senkrechte Stellung erlangt haben und folglich in derselben geraden Linie stehen. Um die Wiedererhebung des Tiegels zu erleichtern, sind die zwei starken gewundenen Stahlfedern s, s angebracht, welche zwischen den Ansätzen q und t der Gestells-Säulen stehen. Durch jede dieser Federn geht eine senkrechte Stange, welche unten an einem Lappen r des Tiegels befestigt ist, und oben eine auf der Feder liegende Scheibe enthält. Vermöge dieser Veranstaltung werden beim Niedergange des Tiegels

Digitized by Google

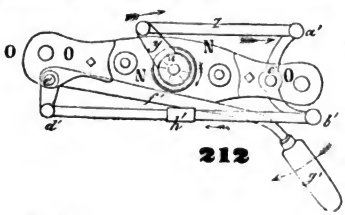
die Federn zusammengedrückt; schiebt aber alsdann der Drucker den Bengel wieder zurück, wodurch das Knie von Neuem seine anfängliche Biegung erhält, so helfen die sich ausdehnenden Federn den Tiegel aufheben. Es ist eine für die Anwendung im gegenwärtigen Falle höchst vortheilhafte Eigenschaft des Kniehebels, daß die Geschwindigkeit des beweglichen Endpunktes e desto mehr abnimmt, je größer der Winkel des Knies wird, d. h. je mehr das Knie sich der geraden Stellung nähert. Bei einer gleichförmigen Bewegung der Hand am Bengel n geht demnach der Tiegel anfangs schnell und gegen das Ende seines Weges sehr langsam herab, wodurch erreicht wird, daß die Druckkraft gerade in dem Augenblicke, wo der Tiegel das Papier gegen die Form preßt, am größten wird, weil die mittelst des Tiegels ausgeübte Kraft, für eine bestimmte Kraftanwendung am Bengel, in eben dem Verhältnisse wächst, wie die Geschwindigkeit des Tiegels abnimmt.

Fig. 211 stellt die von Cogger erfundene Presse, mit einigen, von

211



dem Mechaniker Klindworth in Hannover daran ausgeführten, zweckmäßigen Abänderungen vor. Das Gestell und der Mechanismus des Karrens stimmt, in allen wesentlichen Punkten, dermaßen vollkommen



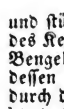
212

mit den entsprechenden Theilen der Hagar-Presse überein, daß eine Erörterung hierüber ganz überflüssig ist. Die Eigenthümlichkeit liegt in dem Druck- oder Preß-Apparate, den man Fig. 212 im Grundrisse vorgestellt sieht. Die Stelle des Kniehebels der Hagar-Presse wird hier durch ein Paar schiefe Flächen und eine Zusammensetzung von zwei gewöhnlichen Hebeln

Digitized by Google

vertreten. Zur Anbringung der Bolzen, welche die Drehungspunkte des Hebelwerkes bilden, sind zwischen den Säulen A, B des Gestells ein langes Querstück N N (welches von einer Säule zur andern reicht und an beiden seine Befestigung hat), und zwei, den Enden von N N entsprechende kurze Platten O, O vorhanden. In Fig. 212 werden die Enden von N N durch O, O bedeckt, welche letzteren beiden über N und so weit davon entfernt liegen, daß das Hebelwerk in dem Zwischenraume Platz hat. In der Mitte des Tiegels K (Fig. 211) ist eine Vertiefung, worin sich der untere Zapfen eines zylindrischen Stückes u (vergl. Fig. 213) dreht, und auf deren Boden sich zugleich zwei (in den Zeichnungen nicht wohl anzugebende) schräge Flächen von kreisbogenförmiger Gestalt befinden. Ihrer Stellung und Wirkung nach lassen sich diese schrägen Flächen den Anfangen der Schraubengänge in einer Schraubenmutter mit doppeltem Gewinde vergleichen. Der Zylinder u trägt unten zwei Zähne a, a (Fig. 213), welche auf jenen schrägen Flächen des Tiegels ruhen und darüber hinaufsteigen oder vielmehr (da u seinen Platz nie verläßt) den Tiegel unter sich niederdrücken, wenn man dem Zylinder eine Drehung um seine Achse ertheilt. Der Zylinder wirkt sonach als eine kurze doppelte Schraubenspindel, von der man das Gewinde bis auf die Anfänge (welche von den erwähnten Zähnen vorgestellt werden) weggenommen hätte. Er reicht mit seinem obern Zapfen in den Querbalken C (Fig. 211) hinein, und stützt sich dort unter einen (punktirt angegebenen) Zapfen v, der mittelst des Keils w seine richtige Stellung (in Bezug auf die Höhe) erhält. Der Bengel f′ g′ erscheint als der lange Arm eines Winkelhebels g′ f′ e′ d′, dessen Drehungspunkt in e′ ist. Das Ende d′ seines kurzen Armens ist durch die Stange d′ h′ b″ mit dem gleicharmigen um c′ beweglichen Hebel b′ c′ a′ verbunden, und dieser wieder mittelst der Stange z mit einem kurbelartigen Arme y des Zylinders u. Es geht hieraus hervor, daß das Anziehen des Bengels g′ in der Richtung des Pfeils (Fig. 212) diejenigen Bewegungen des Hebelwerkes und diejenige Umdrehung des Zylinders u erzeugen muß, welche durch die übrigen Pfeile angedeutet sind. Dabei streichen die Zähne a, a des Zylinders (Fig. 213) über die schraubengangartigen schiefen Flächen im Tiegel her, und drücken diese, also auch den Tiegel K selbst, herab. Die Wiedererhebung des Tiegels erfolgt durch die Reaktion einer starken doppelten Feder P, welche oben auf dem Querbalken C sich befindet. Zu diesem Behufe liegt auf der Feder das Querstück y, woran mittelst zweier sen rechter, durch Löcher von C und N gehender Stangen x x, x x der Tiegel K hängt.

213



3. Die Arbeit des Druckens. — Wenn die zu einem Druckbogen erforderlichen zwei Formen gesetzt, korrigirt und geschlossen sind, so wird zuerst die Schöndruckform auf das Fundament der Presse gesetzt (eingehoben), gehörig befestigt, und so oft abgedruckt, als die beabsichtigte Stärke der Auflage erfordert. Alsdann bringt man die Wiederdruckform in dieselbe oder in eine andere Presse, und bedruckt damit die Bogen auf der zweiten, bisher noch leeren Seite. Bei starken Auflagen ist es das Angemessenste, die zweite Form in eine zweite Presse zu setzen, weil man in diesem Falle mit dem Wiederdrucke nicht bis zur Beendigung des Schöndruckes zu warten braucht, und somit den Nachtheil vermeidet, welcher aus dem Trockenwerden des gefeuchteten Papieres bei längerem Liegen entsteht. Das Papier zieht sich nämlich beim Trocknen in einen kleinern Umfang zusammen, und es ist sodann das völlig richtige Registerhalten (das genaue Aufeinandertreffen der Kolumnen in Schön- und Wiederdruck) nicht zu erreichen, abgesehen von dem Umstande, daß das Drucken auf einem nicht mehr hinlänglich feuchten Papiere schlechter von Statten geht.

Die Buchdruckerpresse wird von zwei Arbeitern bedient, von welchen der eine (Preßmeister) das Einlegen und Herausnehmen des Papiers, so wie das Ein- und Ausfahren des Karrens mittelst Umdrehung der Kurbel, und das Anziehen des Preßbengels, der andere (Walzen-

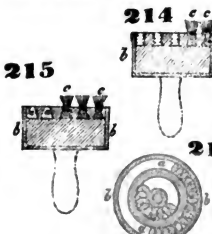
Digitized by Google

meister) hingegen das Auftragen der Farbe auf die Form zu verrichten hat. Beide nehmen diese Arbeiten in solcher Aufeinanderfolge vor, daß sie fortwährend beschäftigt sind, ohne einander zu stören oder sich im Wege zu stehen. Während nämlich der Preßmeister den Karren mit der Form unter den Tiegel hineinfährt, und den Abdruck macht, rollt der Walzenmeister die Auftragwalze auf einem neben der Presse befindlichen, mit Farbe versehenen Tische, um sie gehörig mit Farbe zu versehen. Ist der Abdruck vollbracht und der Karren wieder ausgefahren, so beschäftigt sich der Preßmeister, nachdem er den Deckel und das Rähmchen aufgeschlagen hat, mit dem Herausnehmen des gedruckten Bogens und mit dem Einlegen eines neuen, der zunächst bedruckt werden soll; der Walzenmeister tritt aber unterdessen an die Form, und rollt die Walze auf derselben hin und her, um die Lettern mit der erforderlichen Menge Farbe zu versehen. So wie dies geschehen ist, geht der Walzenmeister wieder an den Farbetisch, und der Preßmeister schlägt Rähmchen und Deckel zu, um sogleich einzufahren. Auf einer Presse können als Tages-Arbeit ungefähr 2000 Abdrücke (der Schön- und Wiederdruck von 1000 Exemplaren eines Bogens) gerechnet werden; doch richtet sich die Größe der Leistung sehr nach der Größe des Formates, der Güte der Presse und der Geschicklichkeit der Arbeiter.

4. Die Zurichtung der gedruckten Bogen. — Die gedruckten Bogen werden neben der Presse auf einen regelmäßigen Haufen über einander gelegt, dann zum Trocknen auf Schnüre gehängt, endlich in einer hölzernen oder eisernen Schraubenpresse scharf gepreßt, und — um sie gehörig glatt zu machen — einige Zeit eingepreßt gelassen. Die hierauf folgende Schlußarbeit ist das Zusammenlegen der Bogen in vollständige Exemplare und die Verpackung der letzteren.

Die ausgedruckten Formen werden mit Lauge gewaschen, um sie von anhängender Farbe zu reinigen, mit Wasser abgespült, getrocknet, aufgeschlossen und den Setzern zum Ablegen, d. h. zum Auseinandernehmen der Lettern, die sogleich wieder in die Fächer des Schriftkastens vertheilt werden, überliefert.

Bürsten. (Brushes, Brosses.) Um nicht auf die gewöhnlichen Arbeiten beim Bürstenbinden hier einzugehen, betrachten wir nur den wesentlichen Inhalt eines von T. Mason erfundenen, und im Oktober 1830 patentirten verbesserten Verfahrens der Bürstenfabrikation. Es besteht in einer neuen Methode, die kleinen Haarbündel fester, als es bei gewöhnlichen Bürsten geschieht, in das Holz einzusetzen. Statt nämlich, wie sonst, die Haarbündel in einzelne Löcher einzusetzen, versieht er die vordere Seite des hölzernen Rückens mit mehreren konzentrischen ringförmigen Ruthen, die sich nach innen schwalbenschwanzförmig erweitern, taucht die Haarbündel in Pech oder Kitt, setzt sie neben einander in die Ruthen ein, und drückt sie in der Art platt, daß sie in der Richtung des Radius breiter werden, und sich so fest in die Ruthen einklemmen.



Statt schwalbenschwanzförmiger Ruthen wendet er auch wohl zylindrisch ausgedrehete Ruthen an, die er aber an den beiden Seitenwänden mit mehreren Furchen oder einem Schraubengewinde versieht, deren Hervorragungen sich in die Haarbündel eindrücken, und diese so festhalten. Der Patentträger schlägt vor, die Bürsten an der Hinterseite und am Rande mit Eisen einzufassen, wo dann die Randfassung zugleich die äußere Begränzung der äußersten Ruth abgeben kann. Fig. 214 und 215 stellen derartige Bürsten im vertikalen, 216 im horizontalen Durchschnitte dar. Fig. 215 eine Bürste mit schwalben-

Digitized by Google

schwanzförmig erweiterten Ruthen aa, Fig. 214 mit inwendig schraubenförmig ausgedehnten Ruthen, in welche die Haarbündel ee, auf die Art eingesetzt werden, daß man ein jedes in Pech oder Kitt eintaucht, es nun in die Ruth einbringt, und zwischen den Fingern, oder mit einem eigens Instrumente oval drückt, wobei sich der Durchmesser des Bündels in der Richtung des Radius vergrößert, und die Haare sich in die schwalbenschwanzförmige Erweiterung oder die Reifen des Schraubengewindes fest eindrücken. Man setzt auf solche Weise Bündel nach Bündel ein, und drückt das Nächstfolgende fest gegen das Vorhergehende, bis die ganze Ruth gefüllt ist. Man ersieht diese Anordnung der ovalen Haarbündel aus Fig. 216. bb ist die eiserne Fassung.

Butter. (Butter, beurre.) Eine in der Milch der Thiere enthaltene Fettart, die je nach den verschiedenen Thieren von verschiedenen Graden der Konsistenz, durch Vermittlung des Käsestoffes in ihr höchst fein vertheilt und aufgeschwemmt ist. Milch ist mithin eine Emulsion von Butter in einer Lösung von Käsestoff, daher die weiße Trübung. Durch mancherlei Umstände tritt eine Trennung der Butter von den übrigen Bestandtheilen der Milch ein, so z. B. durch heftiges Schütteln, wobei sich die feinsten Theilchen der Butter an einander ansetzen, und so zu größeren Klümpchen vereinigen, die sich nunmehr aus der Emulsion abscheiden. Schon beim ruhigen Stehen, bei einer Temperatur von 10 bis 15°, findet eine, freilich nur theilweise, Trennung Statt; eine Schicht einer fettreicheren, daher dickflüssigeren aber auch leichteren Emulsion, der Rahm, begibt sich auf die Oberfläche, während die unterstehende Milch zwar nicht durchsichtig, und ihres Fettgehaltes ganz beraubt, aber doch weit ärmer an Fett, und weniger stark getrübt wird, als vorher. In dem Rahm also hat sich der größte Theil der Butter mit verhältnißmäßig wenig Käsestoff konzentrirt. Die ausführlicheren Erörterungen über die Behandlung der Milch und das Buttermachen gehört mehr in die Agrikultur-Chemie, und muß hier übergangen werden.

Ein bei den Tartaren, aber auch in Frankreich und andern Ländern gebräuchliches Verfahren, die Butter lange zu konserviren, besteht darin, sie bei mäßiger Wärme zu schmelzen oder zu zerlassen, wobei sich das reine Fett von den beigemengten wässrigen Theilen, die immer eine gewisse Menge Käsestoff enthalten, und das Ranzigwerden der Butter sehr befördern, trennt. Am besten geschieht diese Schmelzung in einem Wasserbad bei 80° R., und wird so lange fortgesetzt, bis sich die Butter vollständig geklärt hat. Wenn man sie nun von der zu Boden gegangenen wässrigen Flüssigkeit sorgfältig abgießt, durch ein reines Seihtuch filtrirt, und ein wenig Salz einrührt, so kann sie sehr lange aufbewahrt werden, ohne einen ranzigen Geschmack anzunehmen, besonders wenn man sie in mehrere kleine, steingutene Töpfe vertheilt, und diese wohlverschlossen im kühlen Keller aufbewahrt. Sie verliert so nur wenig von ihrem angenehmen frischen Geschmack.

C.

Calomel. (Versüßtes Queckſilber; Calomel, protochloride of Mercury, Protochlorure de Mercure.) Ein äußerst wichtiges Heilmittel, das aber auch eben seiner energischen Einwirkung auf den Organismus wegen gar häufig mißbraucht wird.

Das Calomel, Queckſilberchlorür, läßt sich auf verschiedenen Wegen erhalten. Auf nassem, wenn gleich nicht dem ökonomischsten Wege, kann man es aus salpetersaurem Queckſilberoxydul durch Kochsalz fällen. Man digerirt Queckſilber mit nicht vollends der gleichen Menge Salpetersäure von etwa 1, 2 spez. Gew. Wenn sich kein Queckſilber mehr löst, so versetzt man die Auflösung unter Umrühren mit einer heißen, ziemlich

Digitized by Google

schwachen, mit Salzsäure angesäuerten Kochsalzlösung, wo dann ein sehr reichlicher weißer Niederschlag von Queckſilberchlorür entsteht, der auf dem Filtrum mit heißem Wasser anhaltend ausgewaschen, und endlich getrocknet wird. Da bei dieser Methode unter Umständen auch eine gewisse Menge von basisch-salpetersaurem Queckſilberoxydul mitgefällt wird, welches sich selbst durch anhaltendes Auswaschen nur schwer ganz beseitigen läßt, und, wenn es dem Präparate beigemengt bleibt, die medizinischen Wirkungen wesentlich abändern kann, so ist sie bei der fabrikmäßigen Darstellung des Calomels nicht zulässig.

Auf trocknem Wege kann der **Mercurius dulcis** sowohl durch Sublimation eines Gemenges von schwefelsaurem Queckſilberoxydul und Kochsalz, als auch durch Sublimiren von Queckſilbersublimat mit metallischem Queckſilber dargestellt werden.

Bei der ersten dieser Methoden, die auch in der **Apothecarie's Hall** in London befolgt wird, kocht man 140 Pfund konzentrirte Schwefelsäure in einem eisernen Kessel mit 100 Pfund Queckſilber, bis das Ganze zu einer trocknen Masse von schwefelsaurem Queckſilberoxyd eingedampft ist. Von diesem Salze werden nun 124 Pfund mit 81 Pfund metallischem Queckſilber so lange gerieben, bis keine Kügelchen mehr zu bemerken sind, und sich das Salz größtentheils in Oxydulsalz umgeändert hat. Dieses wird nun mit 68 Pfund trocknem Kochsalz sehr innig gemengt, in einen großen steingutenen Kolben gegeben, und der Sublimation unterworfen. Man erhält hiebei das Calomel in Gestalt eines in der oberen Wölbung des Kolbens aufsitzenden Kuchens von krystallinisch faserigem Gefüge, der, unter Voraussetzung der angegebenen Gewichtsmengen, 190 bis 200 Pfund wiegt, während schwefelsaures Natron auf dem Boden des Kolbens zurückbleibt. Das Sublimat wird zerschlagen, zu einem unfühlbar feinen Pulver zerrieben, und mit Wasser anhaltend ausgewaschen, um jede Spur von Queckſilberchlorid aufzulösen und zu beseitigen.

Bei der Darstellung aus Queckſilbersublimat werden 4 Gewichtstheile desselben (M. s. Aetzsublimat) mit 3 Theilen Queckſilber in einem marmornen Mörser bis zum Verschwinden aller und jeder Queckſilberkügelchen, und bis das ganze in Form eines schwarzen Pulvers erscheint, gerieben, die Masse in einen gläsernen Kolben gegeben, und im Sandbade sublimirt. Der erhaltene Kuchen muß ebenfalls zerrieben und sorgfältig ausgewaschen werden.

200 Pfund Queckſilber liefern etwa 236 Pfund Calomel.

Leitet man die Dämpfe bei der Sublimation, statt sie in dem Kolben selbst zur Verdichtung kommen zu lassen, in einen verschlossenen Behälter, in welchem Wasser im Kochen erhalten wird, so schlägt sich das Calomel in Gestalt eines unendlich feinen Pulvers nieder, und wird dadurch in einem Grade von Reinheit und seiner Vertheilung erhalten, wie auf keinem andern Wege.

Bei der Bereitung des **Mercurius dulcis** ist es fast unmöglich, die gleichzeitige Entstehung oder Sublimation einer gewissen Menge Aetzsublimat zu vermeiden. Dieser aber wirkt so außerordentlich giftig, daß der kleinste Rückhalt desselben im Calomel die schlimmsten Folgen haben könnte; daher denn auch die Nothwendigkeit, das fertige Calomel so sorgfältig auszuwaschen.

Die Prüfung des Calomels auf eingemischten Aetzsublimat besteht darin, die Probe mit Alkohol (in welchem sich der Sublimat leicht auflöst) zu digeriren, und den abgegossenen Alkohol mit einem Tropfen ätzender Kalilauge zu versetzen, wodurch, bei Gegenwart von Sublimat, der charakteristische ziegelrothe Niederschlag entsteht.

Um auf das oben erwähnte salpetersaure Queckſilberoxydul zu prüfen, digerirt man das Calomelpulver mit etwas höchst verdünnter Salpetersäure, und prüft dann die Flüssigkeit mit Kali. Da Salpetersäure, zumal in sehr verdünntem Zustande, nicht oxydirend und auflösend auf

Digitized by Google

das reine Queckſilberchlorür einwirkt, das baſiſche Salz dagegen in neutrales verwandelt, und in Auflöſung bringt, ſo kann nur bei Gegenwart dieſer Verunreinigung ein Niederſchlag durch Kali entſtehen. —

Cam-wood. (Cam-wood.) Ein von der Küſte Sierra leona in den Handel kommendes rothes Holz, das in der Färberei Anwendung findet, und dem Braſilien- oder Nikaragua-Holz wohl am nächſten ſteht. Es iſt lebhafter roth von Farbe, als das Fernambukholz. Der Baum, welcher es liefert, heißt Baphia nitida.

Cedrat. (Cedra.) Eine zitronenartige Frucht, von ſehr dicker Schale, deren Epidermis ein ſehr wohlriechendes ätheriſches Oel einſchließt. Die Cedratfrüchte werden theils in Zucker eingemacht, theils zur Bereitung ſehr guter Liköre verwendet, zu welchem letztern Zwecke man die Früchte vor dem völligen Reifwerden pflückt, und die Schale mit Branntwein extrahirt. Ein weniger gutes Verfahren beſteht darin, die Schalen mit dem Branntwein einer Deſtillation zu unterwerfen. (M. ſ. „Liköre“ und „Parfümerie“.)

Cerafin. Eine von John vorgeſchlagene Benennung des Pflanzenſchleims, der in mehreren Gummiarten, z. B. dem Baſſora-Gummi und Traganth vorkommt, und im Waſſer nur aufſchwillt, ohne ſich zu löſen. Auch Baſſorin genannt.

Cerin. Der Hauptbeſtandtheil des Wachſes, der zu 70 bis 80 Prozent darin enthalten iſt. Man behandelt das Wachs einige Zeit mit kochendem ſtarken Weingeiſt, welcher den zweiten Beſtandtheil des Wachſes, das Myrizin, zurückläßt, während das Cerin gelöſt wird, ſich aber beim Erkalten der Löſung größtentheils wieder abſcheidet. Es iſt weiß, ſchmilzt bei 57°, und hat faſt ganz die Konſiſtenz von reinem gebleichten Wachs. Es wird durch Behandlung mit ätzender Kalilauge verſeift, wobei ſich Margarinſäure, nebſt einer indifferenten fettigen Materie, dem Cerain, bildet.

Salpeterſäure wirkt unbedeutend auf das Cerin, mit konzentrirter Schwefelſäure erhitzt aber verkohlt es ſich ſchnell.

Cetin. (Cétine.) Der von Chevreul eingeführte Name zur Bezeichnung des reinen Wallrathfettes.

Chagrain. (Shagreen, Chagrain.) Eine Art Pergament, die ſich freilich dem äußern Anſehen nach ſehr weſentlich von dem gewöhnlichen Pergamente unterſcheidet. Seine Oberfläche iſt mit kleinen, ſcharf vorſpringenden, dicht an einander gränzenden Buckeln bedeckt, und dabei von einer faſt hornartigen Härte. Die Farbe iſt gewöhnlich ſchwarz, doch kommt auch anders gefärbter, ſelbſt weißer Chagrain vor.

Das Eigenthümliche und Weſentliche der Chagrainfabrikation, die hauptſächlich in Aſtrachan einheimiſch, in Europa dagegen außer Betrieb iſt, beſteht in der Erzeugung der körnigen Hervorragungen, die ſich wieder auf die Eigenſchaft weicher poröſer Körper gründet, daß ſie, in weichem, natürlichen Zuſtande durch Zuſammendrücken verdichtet und getrocknet, beim nachherigen Anfeuchten wieder zu ihrem urſprünglichen Volumen anſchwellen. Geſetzt alſo, man brächte in einer feuchten lederartigen Subſtanz durch Aufdrücken einer abgerundeten Spitze einen Eindruck hervor, wobei die Subſtanz des Leders an dieſer Stelle eine Verdichtung erleiden würde, und trocknete nun das Ganze, ſo würde die Vertiefung auch nach dem Trocknen noch als ſolche vorhanden ſein. Geſetzt ferner, man beſchabte nun die Oberfläche, und verdünnte ſie dadurch bis zur Tiefe jenes Eindruckes, ſo würde dieſer dem Auge verſchwinden, und eine glatte Oberfläche ſich darſtellen. Legte man nun endlich das ſo behandelte Leder in Waſſer, ſo würde es anſchwellen, wobei dann die vorher

Digitized by Google

zusammengedrückte, den Grund der Vertiefung bildende, mithin beim Beschaben des Ganzen nicht mit getroffene Stelle zu einer Erhöhung sich erheben müßte.

Dies ist nun in der That bei der Anfertigung des Chagrains der Fall, nur daß man hier eine unzählige Menge solcher Vertiefungen und demnächstigen Erhöhungen durch Aufstreuen und Eindrücken harter Samenkörner hervorbringt.

Das Material zum Chagrain liefern Pferde-, Esel- und Kameelhäute, von denen jedoch nur gewisse Theile gebraucht werden können. Nur ein quer über den hintern Theil des Rückens, also zunächst über der Wurzel des Schwanzes, ungefähr bis zur Mitte der Lenden herablaufendes Stück der Haut besitzt die zur Chagrainfabrikation sich eignende Struktur, und wird daher ausschließlich dazu verwandt. Die Stücke werden in Wasser aufgeweicht, und auf der Fleischseite von allem anhängenden Fleisch gereinigt. Die so weit fertige Haut hat nun das Ansehen, und in der That auch ganz die Beschaffenheit von weichem, ungetrockneten Pergament, und wird zum Behuf der nun folgenden Haupt-Operation in einen Rahmen möglichst straff ausgespannt. Man legt sie dann horizontal auf die Erde, die Narben- oder Haarseite zu oberst, bestreuet sie dicht mit den harten, glänzenden, schwarzen Samenkörnern von Chenopodium album, dort Allabuta genannt, tritt diese mit den Füßen fest in die Haut ein und trocknet sie. Die ungefähr bis zur Hälfte in die Substanz der Haut eingedrückten Körnchen lassen sich durch Schütteln und Schlagen der Rückseite leicht ablösen, und lassen, ihrer Gestalt entsprechende, Grübchen auf der Oberfläche der getrockneten Haut zurück. Indem man nun die Oberfläche der noch ausgespannten Häute mit einem scharfen messerartigen Instrumente so weit bearbeitet, daß von den Grübchen nur wenig mehr zu sehen ist, und darauf die Haut zuerst in reinem Wasser, nächstdem in einer schwachen Lauge von kohlensaurem Natron einweicht, erheben sich die kleinen Buckel, und stellen so die verlangte rauhe Oberfläche dar, worauf dann das Färben der Haut vorgenommen wird.

Die gewöhnliche Farbe ist, wie schon erwähnt, die schwarze. Man bewirkt sie, indem man die so weit fertig gekornten Häute mit gestoßenen Galläpfeln bestreuet, und zusammengerollt einige Zeit liegen läßt (wobei sich die Oberfläche mit Gerbsäure imprägnirt) und endlich mit Eisenvitriol schwarz macht. Zum Blaufärben bedient man sich einer Art Küpe, aus Indigo, Kalk, Soda und Honig angesetzt, mit der man die Oberfläche mehrere Male tränkt. Roth wird mit Kermes und Alaun gefärbt; Grün auf die rohe Art bewirkt, daß man die Haut mit Salmiak-Auflösung bestreicht, Kupferfeilspähne darauf schüttet, und die Häute zusammenrollt, wo sich dann grünes basisches Chlorkupfer erzeugt, und in die Oberfläche eindringt. Um endlich weißen Chagrain darzustellen, bestreicht man die Haut mit Alaunlösung, hierüber mit einem Mehlbrei von türkischem Weizen, spühlt diesen wieder mit Alaunwasser hinweg, und reibt die Haut mit Fett ein, worauf das überflüssige Fett mit heißem Wasser abgewaschen und die Haut getrocknet wird.

Chalzedon. (Calcedony, Calcédoine.) Eine zur Gattung des Quarzes gehörende Varietät. Halbdurchsichtig, dabei gewöhnlich von bläulich weißer Farbe, sehr oft aber auch mit streifigen, wolkigen und anderen Farbenzeichnungen. Er kommt selten krystallisirt, viel häufiger in nierenförmigen, unregelmäßig knolligen Massen vor. Den Farben und Farbenzeichnungen nach unterscheidet man von dem gemeinen, einfarbigen, bläulich grau gefärbten Chalzedon, den Heliotrop, Chrysopras, das Plasma, den Onyx, Sardonyx, Sarder, Karneol. Ein oft mit den schönsten Farbenzeichnungen geschmücktes Gemeng von Chalzedon und anderen Quarzvarietäten ist der Achat. Chalzedon und Achat werden häufig zu Siegelsteinen, Stocknöpfen und tausend anderen Kunstarbeiten verwandt.

Digitized by Google

Chica. (Chica.) Ein rother Farbstoff, dessen sich mehrere indianische Völkerschaften in Amerika bedienen, um ihre Haut roth zu färben. Er wird aus der Bignonia chica durch Auskochen der Blätter mit Wasser, Abgeben des heißen Dekokts, und Abkühlenlassen desselben gewonnen, wobei sich das Pigment niederschlägt, das nachher in Kuchen geformt und getrocknet wird. Es ist geschmack- und geruchlos, von braunrother Farbe, und steht in seinem chemischen Verhalten den Harzen am nächsten, insofern es im Wasser unauflöslich, in Alkohol, Aether, flüchtigen und fetten Oelen dagegen löslich ist. Auch von ätzenden und kohlensauren Alkalien wird es aufgenommen, durch einen Ueberschuß jedoch leicht entmischt. Durch Salpetersäure und Chlor wird es zerstört.

Die Art, wie sich die Indianer desselben bedienen, besteht darin, daß sie das Chica mit dem Fett des Alligators anmischen, und sich mit der so entstehenden rothen Salbe die Haut einreiben.

Chinin. (Quinina, Quinine.) Dieses wichtige Alkaloid wird gegenwärtig in der Medizin so häufig angewandt, daß die Darstellung desselben bereits zu einem eignen Industriezweige angewachsen ist. Es kommt nebst einem anderen Pflanzenalkali, dem Cinchonin, in den verschiedenen Chinarinden, wiewohl in sehr verschiedenen Mengenverhältnissen, vor; die braune Chinarinde liefert besonders viel Cinchonin, während die Königschina, china regia, vorzugsweise Chinin enthält, und daher für die Chinindarstellung die beste ist.

Man hat eine Menge verschiedener Darstellungsmethoden, bei denen die Rinde theils mit Alkohol, theils mit Säuren, theils mit Alkalien extrahirt wird. Wasser zieht im Allgemeinen nur wenig aus, indem es die in der Rinde enthaltenen neutralen Salze dieser Alkaloide in leichtlöslichere saure, und schwerlösliche basische Salze umwandelt.

Eine der bequemsten und für die Ausführung im Großen zweckmäßigsten Darstellungsmethoden besteht in Folgendem. Die nicht allzufein gestoßene Rinde wird mit verdünnter Salzsäure ausgekocht, die saure Lösung abgegeben, durch neue Salzsäure ersetzt, und damit noch zwei oder drei Mal fortgefahren, worauf dann, durch Neutralisation der Säure mit Bittererde, oder wohlfeiler, mit Kalkhydrat, welches man bis zur schwach alkalischen Reaktion zusetzt. Chinin und Cinchonin, wiewohl noch unrein, gefällt werden. Man läßt das Ganze nun so lange stehen, bis sich der Niederschlag nicht mehr vermehrt, und sich die über demselben stehende Flüssigkeit geklärt hat, worauf man filtrirt, und den gewaschenen und getrockneten Niederschlag dreimal mit Alkohol von 90 Prozent behandelt. Die so erhaltenen geistigen Lösungen werden vermischt und nach Zusatz von etwas Wasser der Alkohol abdestillirt, wo dann Chinin und Cinchonin zurückbleiben.

Um gleich von vorn herein eine, weniger mit fremden Theilen beladene salzsaure Lösung zu erhalten, kann man auch die Rinde zuerst mit sehr verdünnter Kalilauge kochen, um alle hierin auflöslichen Theile auszuziehen, und nun erst die Behandlung mit der Säure folgen lassen.

Zur Trennung des Chinins und Cinchonins bieten sich nun wieder verschiedene Wege dar, die sich auf die verschiedene Löslichkeit theils der reinen Alkaloide, theils ihrer Salze in verschiedenen Lösungsmitteln gründen. Aether z. B. löst das Chinin ziemlich leicht, das Cinchonin aber nicht, und würde, wenn er nicht zu kostbar wäre, ein gutes Trennungsmittel darbieten. Fast eben so verhalten sie sich gegen Alkohol, und wenn man eine gemischte geistige Lösung beider durch Abdestilliren eines Theiles Alkohol konzentrirt, so scheidet sich beim Erkalten das meiste Cinchonin aus, während das Chinin gelöst bleibt. Gewöhnlich verwandelt man beide durch Sättigung mit Schwefelsäure in schwefelsaure Salze, die sich dann durch Krystallisation scheiden lassen. Sättigt man nämlich die nach dem obigen Verfahren erhaltene, Chinin und

Digitized by Google

Cinchonin enthaltende Masse mit verdünnter Schwefelsäure, löst in etwa 80 Theilen kochendem Wasser, behandelt die Lösung mit Blutlaugenkohle, filtrirt und läßt erkalten, so krystallisirt vorzugsweise nur schwefelsaures Chinin, während das Cinchoninsalz erst später, oder gar erst nach theilweiser Abdampfung der Flüssigkeit sich ausscheidet. Durch mehrmaliges Umkrystallisiren gelangt man so dahin, beide Salze getrennt und ganz rein darzustellen.

Die Ausbeute ist, wie schon erwähnt, nach den verschiedenen Chinasorten sehr verschieden. Pelletier und Caventou erhielten aus einem Pfund China rubra 74 Gran Cinchonin und 107 Chinin. An schwefelsaurem Chinin rechnet man etwa 12 Theile auf 1000 Theile Rinde.

Das Chinin enthält, wie auch die übrigen Pflanzenalkalien, Stickstoff, und besteht nach Liebig's Analyse aus 75,76 Kohlenstoff, 7,52 Wasserstoff, 8,11 Stickstoff und 8,61 Sauerstoff.

Das reine Chinin wird nur selten verordnet, fast allgemein dagegen bedient man sich des schwefelsauren Salzes. Dieses sowohl, wie alle übrigen bekannten Chininsalze haben einen ungemein bitteren Geschmack, der lange anhält; sie sind fast sämmtlich in Wasser, wiewohl ziemlich schwer, löslich und krystallisiren meistens in kleinen, nadelförmigen, seidenglänzenden Krystallen. Auch in Aether und Alkohol sind mehrere Chininsalze auflöslich. Die wässrige Lösung von schwefelsaurem Chinin wird durch die Alkalien zersetzt, welche das Chinin fällen. Eben so bewirken Oxalsäure, Weinsäure und Gerbsäure einen Niederschlag. Die letztere besonders wirkt sehr kräftig, daher denn auch Galläpfel-Infusion eines der besten Reagentien ist, um die relative Reichhaltigkeit der Chinasorten an Chinin und Cinchonin auszumitteln. Man bereitet zu dem Ende ein Dekokt der Probe mit sehr verdünnter Salzsäure und prüft mit Galläpfelinfusion. Je stärker der Niederschlag, um so reicher die China.

Das neutrale schwefelsaure Chinin kommt gewöhnlich in kleinen, durchscheinenden weißen prismatischen Krystallen vor; kann jedoch bei spontaner Verdunstung seiner Auflösung auch in größeren Krystallen erhalten werden. In kaltem Wasser ist es schwer, in kochendem ziemlich leicht löslich. Auch in heißem wasserhaltigen Spiritus löst es sich auf, fast gar nicht in absolutem Alkohol. Wenn wohl getrocknetes schwefelsaures Chinin im Dunkeln etwas über den Siedpunkt des Wassers erhitzt wird, so zeigt es eine schwache Phosphoreszenz, wobei positive Elektrizität frei werden soll.

Das saure schwefelsaure Chinin (von Anderen als neutrales Salz betrachtet, während dann die vorhergehende Verbindung als basisches Salz angesehen wird), ist leichter löslich, als das vorhergehende, wird aber selten angewandt.

Die Wichtigkeit und der hohe Preis des schwefelsauren Chinins haben schon vielfach zu Verfälschungen Anlaß gegeben, so z. B. ist es wohl mit Borarsäure, Margarinsäure, Zucker, Mannazucker, Gyps u. dgl. verfälscht vorgekommen. Unorganische Verfälschungen, wie Borarsäure und Gyps, lassen sich sehr leicht entdecken, wenn man eine Probe in einem Platinlöffel einäschert, was freilich bei dem Stickstoffgehalte der Kohle ziemlich langsam von Statten geht. Die unorganischen Beimengungen bleiben dann zurück. Zucker und Margarinsäure geben sich bei der Zersetzung durch ihren eigenthümlichen Geruch zu erkennen; auch kann man Zucker durch etwas Wasser, Margarinsäure durch schwache Kalilauge oder absoluten Alkohol ausziehen. Einen Zusatz von Cinchonin erkennt man auf die Art, daß man die Probe in einem Probirgläschen mit etwas ätzendem Ammoniak und Aether schüttelt. Reines Chininsalz liefert hiebei eine klare Flüssigkeit, während Cinchonin, seiner Unlöslichkeit im Aether wegen, eine Trübung bewirkt. —

Chlor. (Chlorine, chlore.) Unter den einfachen Stoffen oder Elemen-

Digitized by Google

ten wohl der mit den stärksten Verwandtschaftskräften begabte. Es stellt unter den gewöhnlichen Verhältnissen ein grünlich gelbes Gas dar, das sich jedoch bei einem Drucke von 4 Atmosphären zu einer gelben durchsichtigen Flüssigkeit verdichten läßt. Das spezifische Gewicht des Gases ist 2,47, das des tropfbarflüssigen Chlores = 1,33, (das erstere natürlich mit atmosphärischer Luft, das letztere mit Wasser verglichen.) Durch bloße Anwendung der Kälte ist es noch nicht gelungen, das Gas zu verdichten. Um Chlor darzustellen, bringt man ein Gemisch von 3 Theilen Kochsalz, 2 Th. Braunstein, 2 Th. Schwefelsäure und eben so viel Wasser, oder auch eine Mischung von mäßig starker Salzsäure und Braunstein in eine Glasretorte, erwärmt sie mäßig über einer Spirituslampe oder einem Kohlenbecken, und fängt das Gas über Wasser in der pneumatischen Wanne auf, fängt jedoch die ersten Portionen, die mit der Luft der Retorte gemischt sind, in einem besondern Gefäße auf, um sie demnächst wegzulassen.

Das Chlor hat einen sehr eigenthümlichen Geruch, affizirt beim Einathmen die Nase, die Luftröhre und Lunge ungemein stark, und ist eine der allergefährlichsten Gasarten, da es, im reinen unverdünnten Zustande eingeathmet augenblicklich den Tod herbeiführt. Viele Körper vorher entzündet und in Chlorgas eingetaucht brennen darin, wenn gleich mit einer wesentlich andern Flamme fort; andere sogar fangen, ohne einmal vorher zu brennen, im Chlorgas Feuer. Die Verbindungen des Chlors werden im Allgemeinen Chloride oder Chlorüre genannt, und spielen zum Theil im gemeinen Leben und der technischen Chemie eine sehr wichtige Rolle.

Wasser absorbirt bei gewöhnlicher Temperatur und dem gewöhnlichen Luftdruck etwa sein doppeltes Volumen Chlorgas, und nimmt dadurch die Farbe, den Geruch und Geschmack des Gases an, so wie auch die Eigenschaft desselben, organische Farbstoffe zu zerstören und zu bleichen. Beim Abkühlen von gesättigtem Chlorwasser auf etwa 2° bilden sich dunkelgelbe krystallinische Blättchen von Chlorhydrat, die in 100 Theilen aus 27,7 Chlor und 72,3 Wasser bestehn. Beim Erwärmen auf 7° kommen sie zum Schmelzen, wobei das Chlor als Gas entweicht.

Das Chlor hat besonders zum Wasserstoff eine sehr große Verwandtschaft und verbindet sich nicht nur damit, wenn beide, Chlor und Wasserstoffgas gemischt, und entweder entzündet oder dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt werden, sondern entzieht ihn auch den meisten wasserstoffhaltigen organischen Körpern, worauf eben die zerstörende Wirkung des Chlors beruht. Die hiebei entstehende Verbindung von Chlor und Wasserstoff bildet die Salzsäure. Leitet man Chlorgas in Wasser, so findet unter Einwirkung des Tageslichtes eine theilweise Wasserzersetzung Statt: das Chlor verbindet sich mit Wasserstoff zu Salzsäure, während der ausgeschiedene Sauerstoff je nach den Umständen sich entweder mit einer andern Portion Chlor zu unterchlorichter Säure, oder mit Wasser zu Wasserstoffsuperoxyd vereinigt. Besonders unter Einfluß der direkten Sonnenstrahlen geht die letztere Einwirkung rasch von Statten, wobei sich Sauerstoffgas entwickelt, so daß also Chlorwasser, längere Zeit den Sonnenstrahlen oder auch nur dem Tageslichte exponirt, seinen freien Chlorgehalt ganz verliert, und sich in Salzsäure und Sauerstoffgas umwandelt.

Trocknes Chlorgas wirkt auf die Pigmente viel weniger zerstörend, als Chlorwasser, daher man sich denn auch zum Bleichen nur des Chlors in flüssiger Gestalt bedient. Die bleichende Wirkung scheint hiebei zum Theil darin zu liegen, daß das Chlor, wie vorhin bemerkt, Wasserstoff anzieht, um sich damit zu Salzsäure zu verbinden, zum Theil darin, daß es, wie schon erwähnt, Wasserstoffsuperoxyd erzeugt, welches nun durch seine oxydirende Einwirkung das Pigment zerstört.

In ähnlicher Art, wie auf die Farbstoffe, wirkt es auch auf die meisten sonstigen organischen Verbindungen zerstörend, und wird eben daher auch als ein sehr wirksames Räucherungsmittel zum Vernichten ansteckender Krankheitsstoffe oder der stinkenden Ausdünstungen faulender Substanzen verwandt.

Digitized by Google

Chlorkali und Chlornatron. (Chloride of potash, chloride of soda, Chlorure de potasse, de soude.) Ueber die chemische Zusammensetzung dieser Verbindungen gelten dieselben Bemerkungen, die in dem Artikel Chlorkalk beigebracht sind, auf welche wir daher verweisen. Auch die Darstellung kommt mit der des flüssigen Chlorkalkes überein, nur, daß man statt der Kalkmilch, ätzende Kali- oder Natronlauge, oder die kohlensauren Verbindungen dieser Alkalien, und zwar in ziemlich schwacher Auflösung, anwendet, die nur etwa 1 Theil kohlensaures Salz gegen 10 Theile Wasser enthält. 100 Gewichtstheile Chlor sollen auf 133 reines Kali, und 195 kohlensaures Kali, oder bei Bereitung von Chlornatron auf 150 trocknes, oder 405 krystallisirtes kohlensaures Natron hinreichen. Die Lösung von Chlorkali findet in Paris, unter dem Namen eau de Javelle (Javellische Lauge) häufige Anwendung zum Bleichen der Leinwand. Das Chlornatron ist neuerdings als ein besonders kräftiges und zweckmäßiges Mittel zum Desinfiziren verdächtiger Gegenstände bei ansteckenden Krankheiten empfohlen.

Zur Bereitung desselben empfiehlt Payen eine Auflösung von 100 Chlorkalk (von 98° Stärke nach Gay-Lussac's Chlorometer) in 1800 Wasser durch 138 Theile krystallisirtes kohlensaures Natron zu zerlegen. Man löst den Chlorkalk in dem Wasser, läßt den unaufgelösten Rückstand sich absetzen, spühlt ihn mit Wasser nach, und gibt nun das kohlensaure Natron in wenig heißem Wasser gelöst dazu. Hat sich der Niederschlag von kohlensaurem Kalk abgesetzt, so zieht man die überstehende klare Lösung des Chlornatrons ab, wäscht den Niederschlag auf einem Filtrum aus, und gibt die Waschwässer zu der übrigen Lösung. Demnächst löst man noch 62 Theile kohlensaures Natron in wenigem Wasser, gibt diese Lauge zu der Chlornatronflüssigkeit, und filtrirt nochmals. Die so erhaltene klare Flüssigkeit zeigt 5° am Beaumé'schen Aräometer.

Chlorkalk (Chlorichtsaurer Kalk, Chloride of lime, Chlorure de chaux). Eine für vielfache Zwecke, ganz besonders aber für alle Arten von Bleicharbeiten und für den Kattundruck hochwichtige Verbindung. Zwar findet auch das Chlorkali und Chlornatron (M. s. den vorigen Artikel) bei einigen Bleichprozessen und in der Kattundruckerei bei sehr feinen Arbeiten eine Anwendung; in Vergleich mit dem viel wohlfeilern Chlorkalk jedoch nur unbedeutend.

Die Darstellung des Chlorkalkes ist vor einer Reihe von Jahren von dem Dr. Ure zum Gegenstande von Untersuchungen gemacht, die in Brande's Journal, April 1822, beschrieben sind, und deren Hauptresultate hier kurz herausgehoben werden mögen.

Um die Mengenverhältnisse der Bestandtheile des Chlorkalkes zu ermitteln, wurde er aus gewogenen Gewichtstheilen der Materialien zusammengesetzt, und demnächst analysirt.

Zweihundert Gran reines trocknes Kalkhydrat wurden in einen Glasballon gegeben, der durch Eintauchen in Wasser von 10°, auf dieser Temperatur erhalten wurde. Es wurde nun ein Strom Chlorgas, das in einem andern Gefäße durch Wasser von 10° geleitet und dadurch sowohl gewaschen, als auch auf die richtige Temperatur gebracht war, durch eine lange enge Glasröhre auf das Kalkhydrat geleitet. Von Zeit zu Zeit nahm man den Ballon von der Röhre ab, und bestimmte sein Gewicht, um den Prozeß zu unterbrechen, sobald keine Gewichtszunahme mehr bemerklich wurde. Dieser Punkt trat ein, wenn 200 Gran Hydrat, enthaltend 151,9 reinen Kalk, 130 Gran Chlor absorbirt hatten. Als nachher der erhaltene Chlorkalk auf seinen Chlorgehalt untersucht wurde, indem man ihn mit verdünnter Salzsäure behandelte, und dadurch das Chlor austrieb, ergab sich bei einem Versuch auf 50 Gran Chlorkalk, 20 Gran ausgetriebenes Chlor, also 40 Prozent, bei einem zweiten auf 40 Gran, 16,25 Gas, mithin 40,6 Prozent. Die bei der Behandlung mit Salzsäure erhaltene Kalklösung mit kohlensaurem Ammoniak neutralisirt,

Digitized by Google

ergab bei dem ersten Versuch 39,7 bei dem zweiten 36,6 geglühetes Chlorkalzium.

Die Resultate dieser Analysen auf 100 Theile Chlorkalk berechnet ergeben:

	Synthese	Analyse I	Analyse II	Mittel
Chlor	39,39	40,00	40,62	40,32
Kalk	46,03	44,74	46,07	45,40
Wasser	14,58	15,26	13,31	14,28
	100,00	100,00	100,00	100,00

Bei den Analysen wurde zwar durch die, bei der Einwirkung der Salzsäure auf den Chlorkalk entstehende Hitze ein kleiner Theil Wasser mit verdampft, doch stimmt das Resultat dieser Analysen so gut mit der Synthese überein, daß die Menge des mit dem Chlorgas verdampften Wassers nicht groß gewesen sein kann. Ure selbst bemerkt, daß die Zahlen dieser Tabelle nicht wohl mit einem einfachen atomischen Verhältnisse zu reimen sind.

Ein fernerer Versuch bestand darin, 200 Gran trocknes Kalkhydrat mit 30 Gran Wasser anzumachen, und es nun auf oben beschriebene Art mit Chlor zu sättigen. Die Gewichtszunahme betrug dabei 150 Gran, so daß also ein Zusatz von 30 Gran Wasser eine um 20 Gran vermehrte Chlorabsorbtion zur Folge hatte. Die Menge des absorbirten Chlors ist in diesem Versuch fast genau der des reinen Kalkes (= 151,9) gleich. Durch die Analyse bestätigte sich dieses Verhältniß, indem sich in 100 Theilen fanden:

Chlor	39,5
Kalk	39,9
Wasser	20,6
	100,0

Um das Kalkhydrat im Großen möglichst vollständig mit Chlor zu sättigen, und es zu dem Ende in die innigste Berührung mit dem Gase zu bringen, sind eine Menge verschiedener Apparate angegeben worden. Eine sehr zweckmäßige und wirksame Einrichtung besteht in einem großen, um seine Achse drehbaren Faß, oder einem Zylinder, der im Innern mit mehreren querdurchgehenden schmalen Brettern versehen ist, und in welchen das Kalkhydrat geschüttet, und zugleich Chlorgas durch die hohle Achse eingeleitet wird. Der Kalk wird in diesem Apparate, der in mehreren Fabriken Anwendung findet, sehr vollständig mit Chlor gesättigt, nur ist die Arbeit mit derartigen drehbaren Fässern für nicht ganz große Fabriken etwas umständlich und kostbar. Die einfachste, und in dieser Beziehung beste, daher auch ziemlich allgemein übliche Fabrikationsmethode besteht darin, das Kalkhydrat in einer großen, 8 bis 9 Fuß hohen, aus Quarzsandstein erbauten, und mit einem Kitt von gleichen Theilen Pech, Harz und trockenem Gyps gemauerten Kammer auszubreiten. Diese Kammer hat an der einen Seite eine Thür, die durch Tucheggen und Bestreichen mit Thonbrei fest verschlossen werden kann, und außerdem an jeder Seite ein Fenster, um die Beobachtung des Fortganges der Gasabsorbtion an der Farbe der Luft und andern Merkmalen möglich zu machen und auch bei den Arbeiten in der Kammer, besonders beim Ausbreiten des Kalkes, die nöthige Helligkeit zu gewähren. Um nach beendigter Arbeit eine kräftige Ventilation der Kammer zu gestatten, macht Ure den Vorschlag, sie an ihrer oberen Decke mit einem großen Wasserventil zu versehen, und eben so in zweien ihrer Seitenwände durch Wasserventile schließbare und mit unterirdischen Kanälen kommunizirende Oeffnungen anzubringen. Diese Ventile müßten durch Schnüre

Digitized by Google

zu öffnen sein, so daß die Arbeiter sich während dem Oeffnen der Ventile in gehöriger Entfernung halten können. An den Seitenwänden der Kammer werden 2 Fuß breite und 8 bis 10 Fuß lange, mit einem 1 Zoll hohen Rande versehene Börte angebracht, auf welchen das Kalkhydrat gewöhnlich aus 2 Atomen Kalk gegen 3 Atome Wasser bestehend, ausgebreitet wird. Solcher Börte werden mehrere über einander bis zu einer Höhe von 5 bis 6 Fuß angebracht, so daß zwischen je zweien ein Zwischenraum von etwa 1 Zoll zur freien Zirkulation des Gases übrigbleibt.

Die zur Chlorentwickelung dienenden Gefäße sind gewöhnlich fast kugelförmig und aus Blei angefertigt, mitunter bestehen sie auch aus zwei Hälften, die in der halben Höhe zusammen gefügt werden, einer unteren gußeisernen, und einer oberen aus Blei gemachten. Die ganz bleiernen Entbindungsgefäße sind bis zu ⅔ ihrer Höhe mit einem bleiernen oder eisernen, zwei Zoll abstehenden Mantel umgeben, und werden durch Wasserdampf geheizt, den man von einem Dampfkessel in den Zwischenraum treten läßt. Die zu unterst aus Eisen bestehenden Apparate dagegen werden unmittelbar auf gelindem freien Feuer geheizt. Um die eiserne Hälfte mit der bleiernen zu verbinden, hat die erstere eine kreisförmige Nuth in ihrem Rande, in welche der Rand der oberen bleiernen Halbkugel eingesetzt und mit römischem Zement (*) verkittet wird. Die obere Wölbung hat vier, mit Wasserventilen verschließbare Oeffnungen. Die eine dieser Oeffnungen hat 10 bis 12 Zoll Durchmesser und wird durch eine eben so große Bleiplatte verschlossen, deren abwärts gebogener Rand in eine mit Wasser gefüllte Rinne, die jene Oeffnung umgibt, eintaucht. Sie dient dazu, nöthigenfalls einem Arbeiter bei etwa erforderlichen Reparaturen der Rührvorrichtung, bei Reinigungen oder in andern Fällen den Zutritt zu dem Innern des Apparats zu gestatten.

Eine zweite Oeffnung befindet sich genau in der Mitte der oberen Wölbung, und ist mit einer fast auf den Boden des Gefäßes herabreichenden Bleiröhre versehen, innerhalb deren sich die eiserne Achse der Rührvorrichtung zum Aufrühren des Braunsteinpulvers und zum innigen Mischen der Ingredienzien dreht. An dem untern Ende der Achse sitzen die eisernen oder hölzernen, mit Blei bekleideten Querstangen. Das Drehen wird bei kleineren Apparaten wohl aus freier Hand verrichtet, bei größeren durch Dampf- oder Wasserkraft. Durch eine dritte Oeffnung reicht die schneckenförmig gekrümmte Röhre des zum Eingießen der Schwefelsäure dienenden Trichters; die vierte Oeffnung endlich nimmt die Gasleitungsröhre auf.

Hinsichtlich des Mengenverhältnisses der Materialien weichen die Fabrikanten sehr von einander ab. Im Allgemeinen rechnet man 10 Zentner Salz auf 10 bis 14 Zentner Braunstein, die, mit einander gemengt, in den Entbindungsapparat gebracht werden. Die Schwefelsäure, 12 bis 14 Zentner, wird vorher mit Wasser bis zu einem spez. Gewicht von 1,6 verdünnt, und nun in kleinen Portionen eingegossen. Da übrigens in den meisten Chlorkalkfabriken auch die benöthigte Schwefelsäure selbst bereitet wird, so verwendet man sie in dem Grade von Konzentration, den sie bei der Abdampfung in den bleiernen Abdampfpfannen erreicht, nämlich bei 1,65 spez. Gew., ohne sie erst ganz zu konzentriren, und dann wieder mit Wasser zu verdünnen. Da nun aber eine Säure von 1,65 spez. Gew. nach den Tabellen als eine Mischung von 3 Theilen konzentrirter Schwefelsäure und 1 Theil Wasser zu betrachten ist, so muß man, statt der oben angegebenen 12 — 14 Zentner, ¼ mehr, also 16 bis 18 Zentner solcher Säure von 1,65 in Anwendung bringen.

Die Gasleitungsröhren aller Entbindungsgefäße vereinigen sich in einem einzigen bleiernen Kasten, in welchem sie bis nahe auf den Boden herabreichen, und in eine niedrige Wasserschicht eintauchen, durch welche das hindurch streichende Chlor vonanhängender Salzsäure gereinigt wird. Das so gewaschene Gas gelangt endlich von hier aus durch ein ziemlich

Digitized by Google

weites, in die Decke der Kammer einmündendes Rohr an den Ort seiner Bestimmung, indem es sich, seines großen spezifischen Gewichtes wegen, langsam von der Decke der Kammer herabsenkt, und dabei nach allen Richtungen hin gleichmäßig vertheilt. Da das Wasser in den Wasserventilen auf einer Höhe von etwa 3 Zoll steht, so erlangt hiedurch das Gas die nöthige Druckkraft, um die niedrige Wasserschicht des Reinigungsapparates zu überwinden.

Zur Herstellung von gutem verkäuflichen Bleichpulver ist im Allgemeinen die Zeit von vier Tagen hinreichend, aber auch erforderlich, denn bei rascherem Gange der Operation würde die Temperatur leicht in dem Grade steigen, daß sich statt Chlorkalk chlorsaurer Kalk erzeugte, der schlechterdings keine bleichende Wirkung besitzt. Sehr zweckmäßig ist das Verfahren einiger Fabrikanten, das darin besteht, zuerst nur die Hälfte der mit Kalk beschickten Börte in die Kammer einzusetzen, nach Verlauf von zwei Tagen die Chlorentbindung zu unterbrechen, und die Kammer zu lüften, worauf dann nach zwei Stunden ein Arbeiter hineingeht, um die zweite Hälfte der Börte, mit frischem Kalkhydrat belegt, zwischen die ersten einzuschieben, und zugleich den halbfertigen Chlorkalk der erstern umzustechen. Die Thür wird nun wieder verschlossen, und abermals zwei Tage lang Chlor entwickelt, die Kammer dann gelüftet, der nun fertige Chlorkalk der ersten Hälfte der Börte herausgenommen, durch frisches Kalkhydrat ersetzt, u. s. f., so daß also alle zwei Tage die Kammer geöffnet, die seit vier Tagen in ihr aufbewahrt gewesenen Börte entleert und neu beschickt werden. Der Vortheil dieses Verfahrens liegt darin, daß die Absorbtion des Chlors in den ersten Stadien des Prozesses, so lange der Kalk erst wenig davon aufgenommen hat, weit rascher vorrückt, als gegen das Ende, daher es dann auch dort, wo die Kammer jedesmal nach 4 Tagen ganz entleert und wieder neu besetzt wird, nöthig ist, die Chlorentwickelung im Anfange rascher als gegen das Ende zu betreiben, und beim Oeffnen der Kammer viel Chlor verloren zu geben, indem gegen das Ende des Prozesses die Absorbtion durch den fast gesättigten Kalk sehr langsam von Statten geht, und, wollte man die gänzliche Verschluckung des vorhandenen Chlors abwarten, die Kammer vielleicht mehrere Tage lang ruhen müßte. Bei dem verbesserten Verfahren befindet sich bei jedesmaligem Oeffnen der Kammer die Hälfte des eingelegten Kalkes in halb gesättigtem Zustande, daher denn eine kurze Ruhe vor dem Oeffnen hinreicht, um alles Chlorgas verschlucken zu lassen, und dem Verluste von Chlor beim Lüften der Kammer vorzubeugen.

Man rechnet, daß durchschnittlich eine Tonne Steinsalz anderthalb Tonnen guten Chlorkalk zu liefern im Stande ist, obgleich der reinen Theorie nach fast das Doppelte gewonnen werden müßte.

Der Theorie nach sollte man zur Chlorbereitung anwenden:

1 Atom Kochsalz	=	733,547	100,0
1 Atom Braunstein	=	545,900	74,7
2 Atom Schwefelsäure von 1,846 spez. Gew.	=	1252,902	oder 170,8

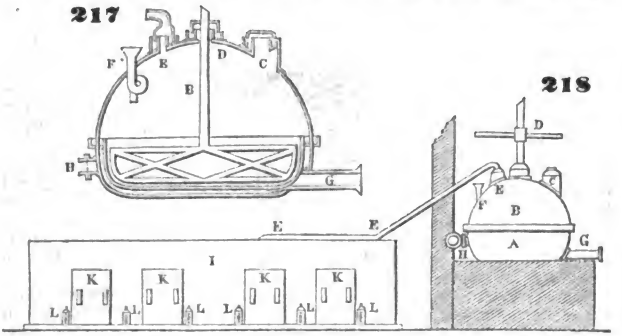
mithin ein ganz anderes Verhältniß, als das meistens gebräuchliche; was sich jedoch zum Theil dadurch erklärt, daß der gewöhnliche Braunstein nie reines Mangansuperoxyd ist, und daß er sich bei dem Prozesse nicht in so fein vertheiltem Zustande anwenden läßt, daß nicht ein Theil unaufgelöst zurückbleiben sollte. Aus diesen Gründen muß offenbar eine größere Menge von Braunstein in Anwendung gebracht werden, als die reine Theorie ergibt. Nicht minder dürften sich auch Gründe auffinden lassen, die die Anwendung einer geringern Menge Schwefelsäure, als der von der Theorie vorgeschriebenen Menge rechtfertigen könnten, aber dies auch zugegeben, ist dennoch die oben als gebräuchlich angegebene Menge von Schwefelsäure bestimmt zu gering.

Es ergibt sich aus der so eben aufgestellten Berechnung, und mit Zu-

Digitized by Google

grundelegung der oben erwähnten Ure'schen Versuche, daß 100 Gewichtstheile Salz 60,3 Theile Chlor ausgeben, welche wieder 200 Theile Chlorkalk von größerer Stärke, als der gewöhnlich im Handel vorkommende, liefern müßten. Wenn man aber auch einen kleinen Verlust als unvermeidlich in Absatz bringt, so müßten 100 Theile Salz doch wenigstens 200 Theile Bleichpulver von der gewöhnlichen Stärke produziren, während, wie gesagt, nur etwa 150 Theile erhalten werden. Offenbar liegt der Grund hievon in der zu kleinen Menge der angewandten Schwefelsäure, wodurch ein Theil des Kochsalzes der Zersetzung ganz entgeht.

Die Einrichtung eines bleiernen Chlorentbindungsgefäßes ist aus Fig. 217 und 218 zu ersehen. Sowohl der untere flache, mit einem rinnenförmigen



Rande versehene Theil A, als auch die obere gewölbte Hälfte B, ist aus Blei gegossen, und der untere Theil mit einem eisernen Mantel umgeben, in welchen die Dampfzuleitungsröhre H einmündet, während die von dem Bleigefäße ausgehende Röhre G zum Ablassen der rückständigen Flüssigkeit, einer Auflösung von schwefelsaurem Natron und Mangan, und unzersetztem Kochsalz, dient. C ist die weite Oeffnung zum Einbringen von Salz und Braunstein, und zum Reinigen, E die Gasleitungsröhre, D die Rührvorrichtung, F der Trichter zum Eingießen der Säure. I, Fig. 218, ist die Kammer, aus vier Abtheilungen bestehend, um das aus vier Apparaten sich entwickelnde Gas aufzunehmen, die von der so eben beschriebenen in so fern abweicht, als das Kalkhydrat nicht auf Börten, sondern nur auf ihrem untern Boden in einer 3 oder 4 Zoll dicken Schicht ausgebreitet wird. Der Kalk wird mittelst hölzerner Rechen, die bei LL durch mit Kalk gefüllte Oeffnungen oder Stopfbüchsen hindurchgehen, aufgerührt. KK sind die vier Thüren zu den vier Abtheilungen. Die Größe des hier dargestellten Apparates ist auf eine gleichzeitige Verarbeitung von 2 Zentner Braunstein nebst den entsprechenden Mengen Salz und Schwefelsäure in jedem Bleigefäß, also zur Erzeugung von etwa 12 Zentner Chlorkalk berechnet.

Außer dem festen, pulverförmigen Chlorkalk oder Bleichpulver läßt sich auch ein ähnliches Präparat in flüssigem Zustande darstellen, wenn man Chlor in Kalkmilch einleitet, wobei sich der Kalk mit einer noch größeren Menge Chlor verbindet, als es bei dem trocknen Kalkhydrat der Fall ist. Eben dieser größeren Stärke wegen verdient der flüssige Chlorkalk in den meisten Fällen vor dem festen den Vorzug; auch wird er in größeren Bleichanstalten und Kattundruckereien, die Gelegenheit haben, sich ihren Chlorkalk selbst zu bereiten, nicht selten dargestellt. Als Handelsartikel aber wird er seines flüssigen Zustandes wegen nie in Aufnahme kommen, weil sich flüssige Körper schon im Allgemeinen

Digitized by Google

viel weniger zum Transporte eignen, als feste, und man beim flüssigen Chlorkalk eine große Menge Wasser mit zu transportiren hat.

Durch Auflösen von trocknem Chlorkalk in Wasser läßt sich höchstens eine Lösung von 6° B. (1,04 spez. Gew.) darstellen, die nur 50 Volumina von Gay-Lussac's Indiglösung entfärbt, während flüssig bereiteter Chlorkalk 8 bis 9° B, (etwa 1,06 spez. Gew.) zeigt, und 80 Raumtheile Indiglösung entfärbt.

In den mit so ausnehmender Sachkenntniß geleiteten Kattundruckereien in Mühlhausen wird das Chlor ziemlich allgemein aus einer Mischung von Salzsäure und Braunstein dargestellt, die in langhalsigen gläsernen Ballons in einem Sandbad erhitzt wird. Das Chlor gelangt durch Glasröhren in einen zylindrischen, mit Kalkmilch gefüllten steinernen Behälter. Der Sandbadofen ist aus gegossenem Eisen konstruirt, und durch schmale Quermauern in einzelne Abtheilungen getheilt, so daß jeder Ballon sein besonderes Feuer hat. Der Rauch aller dieser Oefen zieht durch eisenblecherne Röhren ab. Der aus Quarzsandstein gebildete Behälter hat einen hölzernen, mit einem Harzkitt bekleideten Deckel, der mit seinem abwärts gekehrten schmalen Rande in eine Nuth oder Rinne des Behälters eingesetzt wird. Während das Chlor einströmt, wird die Kalkmilch durch ein in dem Behälter befindliches Rad, dessen Schaufeln von den Wänden etwa noch 2 Zoll abstehen, in beständiger Bewegung erhalten. Die Kalkmilch wird durch einen Trichter, der durch den Deckel hindurchgeht, eingegeben, und nach der Sättigung mit Chlor durch eine Ausflußröhre abgelassen.

Zwar ist dieser Apparat sehr hübsch und reinlich, allein für eine Fabrikation im Großen völlig unbrauchbar, bei welcher bleiernen Apparaten jedenfalls der Vorzug gebührt.

Bei der Bereitung von flüssigem Chlorkalk muß die Gasleitungsröhre entweder gar nicht, oder doch nur ganz wenig in die Kalkmilch eintauchen, indem man so viel wie möglich jeden Druck vermeiden muß, der immer leicht zu Gasausströmungen und Verlusten führen kann. Besser ist es, die Röhre nahe über der Oberfläche des Kalkwassers sich endigen zu lassen, und die Absorbtion des Gases von der Flüssigkeit durch heftige Bewegung zu befördern. Sehr zweckmäßig ist es, das Chlor vor dem Eintritt in das Kalkwasser durch ein wenig Wasser enthaltende Zwischenbehälter zu leiten, oder es mit Clement's chemischer Kaskade zu behandeln, um es von aller Salzsäure zu reinigen, die sonst einen vermehrten Gehalt der Flüssigkeit an Chlorcalcium bedingen würde.

Wird eine Lösung von Chlorkalk mit Kalkhydrat gemischt, so erträgt sie ohne Zersetzung ein ziemlich, wenn nur nicht all zu lang fortgesetztes Erhitzen, ja sie kann selbst ohne bemerklichen Verlust an ihrer entfärbenden Wirksamkeit zum Kochen gebracht werden. Ohne jenen Kalkzusatz aber zersetzt sie sich sehr bald, schon bei einer Temperatur von 43°, wobei sich chlorsaurer Kalk erzeugt. Diese Zersetzung kann unter Umständen auch bei der Bereitung des Chlorkalkes durch die dabei sich entwickelnde Hitze eintreten, sie läßt sich aber großentheils dadurch vermeiden, daß man durch häufige Bewegung dem zuströmenden Gase einen Ueberschuß an Kalk darbietet, und die Temperatur theils durch künstliche Abkühlung, theils durch langsames Zuleiten des Chlors möglichst niedrig zu halten sucht. Durch Dampf oder andere Elementarkraft bewirktes Rühren ist daher sehr zu empfehlen, weil Arbeiter beim beständigen Rühren gar leicht ermüden, und die Arbeit vernachlässigen. Wenn sich bei Bereitung von flüssigem Chlorkalk die Flüssigkeit gegen das Ende der Operation erhitzt, so muß sie sogleich abgelassen und auf große Steingut-Krüge gefüllt werden, um zu erkalten. Die röthliche Farbe, die zuweilen gegen das Ende der Operation erscheint, rührt von einer geringen Menge Uebermangansäure her.

Wenn baumwollene Gewebe bei einer Temperatur von 43 bis 50° mit einer konzentrirten Chlorkalklösung in Berührung kommen, so ent-

Digitized by Google

wickelt sich reines kohlensaures Gas unter theilweiser Zerstörung der Faser. Indem sich nämlich das Chlor mit dem Wasserstoff der Baumwolle verbindet, treten die andern beiden Bestandtheile, Sauerstoff und Kohlenstoff, zum Theil wenigstens, zu Kohlensäure zusammen. In den Chlorkalkbädern, wie sie in der Kattundruckerei zur Erzeugung weißer Muster auf gefärbten Gründen in Anwendung sind, entstehen auf diese Art oft förmliche Inkrustirungen von kohlensaurem Kalk.

Zur Prüfung des Chlorkalks, so wie des Chlorkali und Chlornatrons, endlich auch des Chlorwassers, hat Gay-Lussac ein Chlorometer angegeben, dessen Beschreibung in dem Artikel „Chlorometrie“ näher nachzusehen ist. Sein Verfahren kommt darauf hinaus, 1 Theil höchst fein pulverisirten Indigo bei gelinder, aber 6 Stunden lang fortgesetzter Erwärmung im Wasserbade in 9 Theilen konzentrirter Schwefelsäure aufzulösen, und diese Lösung mit so vielem Wasser zu verdünnen, daß 1 Volumen Chlorgas genau 10 Volumina der verdünnten Auflösung entfärbt. Beim Gebrauch bestimmt man die Menge der Volumina Indiglösung, die durch ein Volumen Chlorkalk oder einer andern Chlorverbindung entfärbt wird. Die Probeflüssigkeit muß, um ganz unverändert zu bleiben, vor der Einwirkung des Tageslichtes geschützt, aufbewahrt werden.

Die chemische Zusammensetzung des Chlorkalks und der übrigen analogen Verbindungen hat bereits zu vielfachen Erörterungen Anlaß gegeben, und scheint selbst jetzt noch nicht unzweifelhaft fest gestellt zu sein. Lange Zeit hielt man ihn für eine unmittelbare Verbindung von Chlor mit Kalk, daher denn auch der Name Chlorkalk, der noch jetzt fast allgemein gebrauchlich, und der auch in dem gegenwärtigen Artikel der Kürze wegen beibehalten ist. Berzelius erklärte später diese Verbindung für chlorichtsauren Kalk, eine Ansicht, die seitdem sehr allgemeine Aufnahme gefunden hat. Neuerdings aber ist auch diese Ansicht wieder in Zweifel gezogen, und der Körper für unterchlorichtsauren Kalk angesprochen. Ganz neuerlich endlich hat Millon aus einer Reihe von Versuchen hierüber das Resultat gezogen, daß die Chloralkalien gar keine Salze, sondern eine Art von Superoxyden seien, in welchen derjenige Theil des Sauerstoffes, den das Superoxyd mehr enthalte, als das Oxyd, durch eine entsprechende Atomenzahl Chlor ersetzt werde, eine Ansicht, die, wenn sie sich durch fernere Prüfung bestätigen sollte, die älteste, bisher nie mit Glück vertheidigte Theorie, wonach die Chloralkalien geradezu als Verbindungen der Alkalien mit Chlor betrachtet wurden, fast vollständig wieder herstellen würde. Die Entwicklung der, für und wider die verschiedenen Ansichten sprechenden Gründe liegt ganz außerhalb der Gränzen des vorliegenden Werkes, und kann um so eher übergangen werden, als sie mit den Vorschriften zur Bereitung und Verwendung der Chloralkalien in keinem nothwendigen Zusammenhange stehen.

Chlormagnesia. H. Davy empfahl dieselbe vor längeren Jahren zum Bleichen, insofern sie vor dem Chlorkalk den Vorzug verdiene, daß das bei der Operation entstehende Chlormagnesium der Faser in keinem Falle nachtheilig werden könne, was bei dem Chlorkalzium nicht so unbedingt der Fall sei.

In Folge dessen wurde von Ure eine Portion Chlormagnesia auf die Art bereitet, daß er Bittererdehydrat in einer Chlorkammer einer großen Bleichpulverfabrik in Glasgow mit Chlor sättigen ließ. Das erhaltene Produkt zeigte zwar beträchtliche entfärbende Kraft, aber das Chlor war durch die schwache erdige Basis so wenig fest gebunden, daß es die Farben sehr echtgefärbter Kattune eben so schnell, als Chlorgas oder Chlorwasser zerstörte, und daher für die gewöhnliche Bleicherei zu gefährlich, und auch beim Kattundruck zum Aufhellen der Gründe gedruckter Waaren nicht brauchbar war, zu welchem letztern Zwecke gerade der Chlorkalk, sowie Chlorkali und Chlornatron ihrer nicht allzuheftigen Einwirkung wegen so ausgezeichnet brauchbar sind.

Digitized by Google

Die Ure'schen Versuche waren dadurch veranlaßt, daß ein unternehmender Fabrikant ein großes Quantum Magnesit (natürliche kohlensaure Bittererde) von Madras hatte kommen lassen, weil mehrere Schriftsteller die großen Vorzüge der Chlormagnesia nicht genug zu preisen wußten. Das Resultat aber entsprach den Erwartungen keineswegs.

Chlornatron. (Chloride of Soda.) M. s. Chlorkali.

Chlorometrie. Die Bestimmung der entfärbenden Kraft des Chlorwassers, Chlorkalks und der übrigen analogen Chlorverbindungen. Schon vor längeren Jahren machte Gay-Lussac das folgende chlorometrische Verfahren bekannt, das trotz seiner Unvollkommenheiten, in Ermangelung eines besseren, vielfach in Aufnahme gekommen ist. Es besteht im Allgemeinen darin, die Menge der zu prüfenden Chlorverbindung zu bestimmen, die nöthig ist, um eine gegebene Menge schwefelsaurer Indiglösung von bestimmter Stärke zu entfärben. Da die im Handel vorkommenden Indigsorten ungemeine Unterschiede im wahren Indiggehalte zeigen, die Darstellung von chemisch reinem Indigfarbstoffe aber mit Schwierigkeiten und Umständen verknüpft ist, so legt er die Bleichkraft von 1 Liter Chlorgas, bei dem mittleren atmosphärischen Druck von 0,76 Mètre Quecksilberhöhe und 0° gemessen, als Einheit zum Grunde. Diese Gasmenge, in einer bestimmten Menge Wasser absorbirt, dient nun dazu, die Probeflüssigkeit von genau bestimmter Stärke herzustellen. Zu diesem Ende bereitet er schwefelsaure Indiglösung, und verdünnt sie genau so stark mit Wasser, daß 10 Raumtheile dieser Indiglösung durch 1 Raumtheil gasförmiges Chlor entfärbt werden. Eine solche Indiglösung hat demnach, hinsichtlich ihres Verhaltens gegen Chlor eine ganz bestimmte Stärke, der zu ihrer Bereitung gebrauchte Indig mag reich oder arm an Farbstoff gewesen sein, so daß also die Quantität des angewandten Indigo im Allgemeinen nicht in Betracht kommt, wenn es auch gleich rathsamer ist, möglichst guten Guatimala-Indig zu nehmen.

Hätte man also eine Probe Chlorwasser auf ihren Chlorgehalt zu untersuchen, so würde man ein angemessenes Volumen desselben mit jener Indiglösung mischen und zusehen, wieviel Volumina von dieser entfärbt würden. Gesetzt 1 Vol. Chlorwasser entfärbte 10 Vol. Indiglösung, so würde man schließen, daß das Chlorwasser genau ein dem jenigen gleiches Volumen Chlorgas enthielte; kurz, das Volumen der entfärbten Indiglösung, durch 10 dividirt, gibt den Gehalt des Chlorwassers an Chlorgas.

Bei der Prüfung des Chlorkalkes zu technischen Zwecken ist es weniger wichtig, den absoluten Chlorgehalt, als vielmehr den Gehalt der Probe an reinem Chlorkalk auszumitteln. Gay-Lussac hat daher eine Bestimmung des Chlorgehaltes im ganz gesättigten Chlorkalk vorgenommen, und gefunden, daß 4,938 Gramm, oder in runder Zahl mit hinlänglicher Genauigkeit, 5,0 Gramm stärkster Chlorkalk in ½ Liter = 500 Gramm Wasser, kurz, 1 Gewichtstheil Chlorkalk in 100 Gewichtstheilen Wasser gelöst, eine Flüssigkeit darstellt, die sehr nahe ein dem übrigen gleiches Volumen Chlor enthält, die also auch im Stande ist, ein zehnfaches Volumen der oben erwähnten Indiglösung zu entfärben. Gesetzt also, man hätte eine Probe Chlorkalk zu untersuchen, so würde man eine abgewogene Menge in der hundertfachen Menge Wasser auflösen, und von dieser Lösung ein abgemessenes Volumen so lange mit Indiglösung versetzen, als diese noch entfärbt würde. Gesetzt 1 Volumen Chlorkalklösung entfärbte 10 Vol. Indiglösung, so würde man schließen, daß die Probe aus ganz reinem gesättigten Chlorkalk bestände; entfärbte sie nur 6 Vol. Indiglösung, so enthielte die Probe %₁₀ oder 60 Prozent reinen Chlorkalk.

Zum Abmessen der Indiglösung bedient sich Gay-Lussac einer graduirten Glasröhre, zum Abmessen der Chlorkalklösung eines kleinen Stechhebers, der ein genau bestimmtes Volumen Flüssigkeit faßt. Die Haupt-

Digitized by Google

abtheilungen jener Röhre, oder Grade, wie sie Gay-Lussac nennt, müssen genau dem Inhalte dieses kleinen Stechhebers gleich sein. Beim Gebrauch wiegt man von dem zu prüfenden Chlorkalk eine beliebige Menge, z. B. 5 Gramm ab, und löst sie in dem 100fachen, also 500 Gramm = ½ Liter Wasser auf. Man füllt nun die Meßröhre bis an den obersten Theilstrich, der mit 0 bezeichnet ist, mit der Indiglösung, und läßt davon soviel, wie man nach einem vorläufigen Versuche für nahe hinreichend hält, um einen Raumtheil Chlorkalklösung zu zersetzen, in ein Weinglas einfließen; füllt nun den kleinen Stechheber (die Pipette, von ungefähr 2½ Kubikzentimeter Inhalt) mit der Chlorkalklösung, und läßt diese möglichst schnell zu der Indiglösung hinzu. Wird diese ganz entfärbt, so gibt man aus der Meßröhre in kleinen Portionen und unter Umrühren noch so viel Indiglösung hinzu, bis diese nur noch theilweise entfärbt wird, und die Flüssigkeit grün erscheint. Ist dieser Punkt erreicht, so bestimmt man die Menge der verbrauchten Indiglösung, woraus sich dann unmittelbar der Prozentgehalt des Chlorkalkes ergibt. Angenommen, man habe auf das eine Maß Chlorkalklösung 7 Maß oder Grade Indigsolution, oder Probeflüssigkeit wie sie Gay-Lussac nennt, verbraucht, so enthält der zu prüfende Chlorkalk $^7/_{10}$ also 70 Prozent reinen Chlorkalk, indem zehn Grade oder Volumina Probeflüssigkeit, wie oben erwähnt, Einem Volumen reiner Chlorkalklösung (von 1 Chlorkalk gegen 100 Wasser) entsprechen, also jeder einzelne Grad entfärbter Probeflüssigkeit ein Zehntel, oder 10 Prozent reinen Chlorkalk in der zu untersuchenden Probe vorausgesetzt.

Wäre die Meßröhre nur in 10 Hauptabtheilungen getheilt, so ließe sich die Stärke des Chlorkalks nur in Intervallen von 10 zu 10 Prozent bestimmen. Der größeren Genauigkeit wegen, theilt Gay-Lussac jeden Grad in 5 Theile, so daß die Bestimmungen bis auf $^1/_{50}$ oder 2 Prozent genau ausfallen, was für alle Zwecke hinreicht.

Wenn also nach diesem chlorometrischen Verfahren die Stärke des Chlorkalkes in Graden angegeben wird, so entspricht jeder Grad 10 Prozent reinen Chlorkalks, dieser letztere also würde 10grädig zu nennen sein.

Da die zur Zersetzung einer gewissen Menge Indig erforderliche Menge Chlor zum Theil von der Schnelligkeit oder Langsamkeit der Mischung abhängt, so ist es, um konstante Resultate zu erhalten, erforderlich, in dieser Hinsicht ein bestimmtes Verfahren zu beobachten. Am besten ist es, die Chlorkalklösung plötzlich und schnell in die Probeflüssigkeit einzugießen, und durch mehrmalige Wiederholung des Versuches die nöthige Menge Probeflüssigkeit so genau zu bestimmen, daß bei dem letzten Versuche gleich bei der ersten Vermischung die grüne Farbe der Flüssigkeit hervorkommt, ohne daß ein Nachgießen von Indiglösung erforderlich ist.

So sinnreich und zweckmäßig diese Methode auf den ersten Blick erscheinen mag, so bietet sie dennoch mehrere wesentliche Unvollkommenheiten dar, unter denen die unvermeidlich eintretende langsame Selbstentmischung der Probeflüssigkeit oben an steht; so daß nur dann genaue Resultate zu erwarten sind, wenn diese frisch bereitet war.

Es ist daher neuerlich von Gay-Lussac selbst ein abgeändertes Verfahren bekannt gemacht, bei welchem statt der Indigsolution eine Lösung von arsenichter Säure (weißem Arsenik) in Salzsäure benutzt wird; und die darauf beruhet, daß die arsenichte Säure in aufgelöstem Zustande durch Chlor zu Arsenikſäure oxydirt wird. Das Verfahren besteht im Allgemeinen darin, die Lösung des Chlorkalkes aus einer graduirten Glasröhre zu einer genau bestimmten Menge der Arseniklösung zu geben, bis diese vollständig oxydirt ist, was man daran erkennt, daß man ihr einige Tropfen Indiglösung zusetzt, die, sobald alle arsenichte Säure zersetzt ist, durch das Verschwinden der blauen Farbe die Gegenwart eines kleinen Chlorüberschusses anzeigt. Der Chlorkalk ist natürlich um so stärker, je weniger davon zur Oxydation der gegebenen Menge Arsenik erforderlich ist.

Gay-Lussac nimmt nun die oxydirende Wirkung von einem Volumen Chlorgas bei 0° und 0,76 Meter Quecksilberhöhe, zur Einheit, und theilt es

Digitized by Google

in 100 Theile. Gesetzt nun, man bereitete eine Lösung von Chlorgas in Wasser, die ihr eigenes Volumen Chlorgas enthielte, und eine Lösung von arsenichter Säure in Salzsäure in dem Grade von Verdünnung, daß gleiche Raumtheile beider Lösungen sich gerade gegenseitig zersetzen, und nenne die erstere Normal-Chlorflüssigkeit, die letztere Normal-Arseniklösung: man setze ferner die dem Versuche zu unterwerfende Quantität Chlorkalk zu 10 Gramm fest, und löse diese in so viel Wasser auf, daß genau 1 Liter (= 1000 Grm. Wasser) Flüssigkeit entsteht. Wenn man nun von dieser Lösung ein bestimmtes Volumen, z. B. 10 Kubikcentimeter (= 10 Grm. Wasser) nimmt, ferner ein gleiches Volumen der Normal-Arseniklösung in einer Meßröhre abmißt, die mit einer Eintheilung dieses Volumes in 100 gleiche Theile versehen sein kann, und nun von der Arsenikſolution so lange zur der Chlorkalklösung setzte, bis alles Chlor verbraucht wäre, so würde die Bleichkraft derselben mit der Menge der verwandten Arseniklösung in geradem Verhältniß stehen. Wären z. B. 100 Theile Arseniklösung daraufgegangen, so hätte die untersuchte Probe 100 Prozent reinen Chlorkalk enthalten; denn es ist oben gezeigt, daß eine Auflösung von reinem gesättigten Chlorkalk in der 100fachen Menge Wasser, sehr nahe ein, dem übrigen gleiches Volumen Chlorgas enthält. Wären nur 80 Theile Arseniklösung verbraucht, so enthielte die Probe 80 Prozent gesättigten Chlorkalk u. s. f.

Wollte man aber in der That in dieser Art zu Werke gehen, und die Arseniklösung in die Chlorkalklösung gießen, so würde die freie Salzsäure der ersteren eine beträchtliche Menge Chlorkalk zersetzen, das Chlor gasförmig austreiben und so die Probe ganz unrichtig machen, wogegen, wenn umgekehrt der Chlorkalk in die Arseniklösung gegeben wird, dieser Uebelstand nicht eintreten kann, insofern hier das hinzukommende Chlor einen Ueberschuß von arsenichter Säure vorfindet, durch die es in dem Augenblick seines Freiwerdens sofort zerstört wird; daher denn bei diesem Verfahren keine erhebliche Menge Chlor zum Entweichen kommen kann.

Nur die Berechnung wird hierbei insofern abgeändert, als das Maß der verbrauchten Menge Chlorkalklösung nicht in geradem, sondern umgekehrten Verhältniß zu ihrer Stärke steht; denn je mehr verbraucht wurde, um so schwächer war sie. Gesetzt also, man hätte 200 Raumtheile Chlorkalklösung zur Oxydation von 100 Raumtheilen Arsenikſolution verbraucht, so wäre die entfärbende Kraft des Chlorkalkes $100 + \frac{100}{200} = 50$; hätte man 133 Raumtheile verwandt, so enthielte die Probe $100 + \frac{100}{133} = 75$ Prozent gesättigten Chlorkalk. Diese kleine Berechnung ist zwar in jedem Falle sehr leicht vorzunehmen, um indessen auch sie zu ersparen, hat Gay-Lussac eine Tabelle entworfen, in welcher man die, den verbrauchten Chlorkalkmengen entsprechenden Stärkegrade aufsuchen kann.

Die Arseniklösung wird mit ein wenig Indiglösung blau gefärbt, so daß man an dem Verschwinden der blauen Farbe den Punkt erkennen kann, wo die Oxydation der arsenichten Säure vollendet ist. Hat man ganz reinen weißen Arsenik zur Disposition, so kann man die Normalauflösung geradezu durch Auflösen von 4,439 Gramm desselben in Salzsäure (die ganz frei von schwefelichter Säure sein muß) und Verdünnen dieser Lösung mit Wasser, bis genau zu 1 Liter darstellen. (Annales de Chimie & de Physique Bd. 60, p. 225.)

Andere chlorometrische Methoden, wie z. B. die von Ure näher beschriebene, durch Zersetzung von Ammoniak mit Chlor, und Bestimmung des entwickelten Stickgases; die durch Eisenvitriollösung, welcher durch Chlor höher oxydirt wird, und ganz auf ähnliche Weise wie der weiße Arsenik in Gay-Lussac's Verfahren, angewandt werden kann, und Andere können übergangen werden, da sie nicht nur keine Vorzüge vor der zuletzt beschriebenen darbieten, sondern hinsichtlich der Genauigkeit und Bequemlichkeit hinter ihr zurück zu stehen scheinen.

Digitized by Google

Chlorsäure (Chlorio acid, Acide chlorique) **besteht aus 2 Atomen Chlor gegen 5 Atome Sauerstoff, in 100 Theilen also aus 47,9 Chlor und 52,1 Sauerstoff. Sie bietet nur als Bestandtheil der chlorsauren Salze, insbesondere des chlorsauren Kali, technisches Interesse dar.**

Chlorsaures Kali, (Chlorate of potash, Chlorate de potasse.) Die Anwendung dieses interessanten Salzes besonders in chemischen Feuerzeugen und zu detonirenden Mischungen für die Perkussionsgewehrschlösser hat in neuerer Zeit eine solche Ausdehnung gewonnen, daß die Bereitung desselben zu einem eigenen, nicht unwichtigen Industriezweige herangewachsen ist.

Die älteste auch jetzt noch vielfach gebräuchliche Methode besteht in Folgendem: Man bereitet eine konzentrirte Auflösung von gereinigter Pottasche in 2 bis 3 Theilen Wasser, und leitet in einem Woulf'schen Apparate so lange einen Strom Chlorgas hindurch, bis er nicht mehr von der Flüssigkeit absorbirt wird. Im Anfange, und so lange noch Ueberschuß von freiem Alkali vorhanden ist, entsteht nur Chlorkali und Chlorkalium. Erst in den späteren Stadien des Prozesses geht das Chlorkali in chlorsaures Kali über*). Zu Anfang des Prozesses scheidet sich Chlorkalium in Menge aus. Um dieses nicht mit dem später auskrystallisirenden chlorsauren Kali gemischt zu erhalten, ist es am besten, die Operation hier zu unterbrechen, das Chlorkalium von der Flüssigkeit zu trennen, diese in den Woulf'schen Apparat zurückzugeben, und nun mit der Chlorentwicklung fortzufahren. Das chlorsaure Kali scheidet sich nun, in dem Maße, wie es in der Flüssigkeit entsteht, in Gestalt sehr zarter, oft mit den schönsten Regenbogenfarben spielender Krystallblättchen aus. Wenn kein Chlor mehr absorbirt wird, und sich in der Flasche Chlorgas ansammelt, dessen Gegenwart an seiner gelben Farbe erkannt werden kann, so darf der Prozeß als beendigt angesehen werden, worauf man die Flüssigkeit von den Krystallen abgibt, und diese in möglichst wenig kochendem Wasser auflöst, filtrirt und erkalten läßt, wobei das chlorsaure Kali fast vollständig wieder auskrystallisirt, während das Chlorkalium gelöst bleibt. Um jedoch ein völlig reines Produkt zu erzielen, dessen Auflösung durch salpetersaures Silber nicht getrübt wird, ist ein nochmaliges, ja selbst oft ein zweimaliges Umkrystallisiren nöthig. Im Allgemeinen beträgt die Ausbeute von chlorsaurem Kali nie über $^1/_6$ des angewandten kohlensauren Kali, oft noch weniger weil $^5/_6$ desselben in Chlorkalium übergehen, und nur $^1/_6$ in chlorsaures Kali, und außerdem ein Theil dieses letzteren der großen Menge der ersteren eingemengt bleibt und so verloren geht.

Wenn der Prozeß bis zu einem gewissen Punkte fortgeschritten ist, und sich seinem Ende nähert, so nimmt die Flüssigkeit gewöhnlich in Folge einer geringen Menge Uebermangansäure, die bei der Chlorentwicklung überdestillirt, eine rosenrothe Farbe an, die jedoch zu Ende der Operation sich wieder verliert, wo sich statt ihrer eine gelbliche Farbe einstellt. Die Röhre, durch die das Chlorgas in die Kalilauge tritt, muß möglichst weit sein, weil sich eine enge Röhre durch das sich ausscheidende Chlorkalium leicht verstopft, und das Zerspringen des Chlorentwicklungs-Apparats herbeiführen kann. Statt einer weiten Röhre kann man auch eine engere nehmen, wenn man an dem untern Ende derselben einen kleinen Glastrichter, die weite Mündung zu unterst, mittelst einer kurzen Kautschukröhre anbringt. Indem nun der

*) Wir haben diese, offenbar irrige Darstellung Ure's beibehalten, um keine allzudurchgreifenden Aenderungen vornehmen zu müssen. Gerade der vorliegende Fall, wo durch Einwirkung von Chlor auf Kali, Chlorkalium entsteht, gehört zu den Beweisen, daß die sogenannten Chloralkalien eine Sauerstoffverbindung des Chlors enthalten müssen. Man vergl. Chlorkalk. Die Beard.

Digitized by Google

Austritt des Gases durch die Mündung des Trichters erfolgt, ist eine Verstopfung nicht wohl möglich.

Um die geringe Menge von chlorsaurem Kali, die in den Mutterlaugen gelöst bleibt, zu gewinnen, kann man diese entweder durch Abdampfen konzentriren, und zum Auskrystallisiren des chlorsauren Kali hinstellen, oder, was bei fortlaufender Fabrikation zweckmäßiger ist, die Mutterlaugen zum Auflösen einer Portion Pottasche verwenden.

Ein Verfahren, chlorsaures Kali auf trocknem Wege darzustellen, ist von St. Romer angegeben, und im Jahre 1821 in Wien patentirt. Er leitet nämlich das Chlorgas mittelst einer bleiernen Röhre in ein viereckiges irdenes, innerlich und äußerlich glasirtes Gefäß, befestigt jedoch das Ende der Röhre in einer Entfernung von 6 Zoll über dem Boden desselben. An den inneren Wänden bringt er in Entfernungen von 4 Zoll von einander, tannenhölzerne Borte an, die zur Aufnahme kleiner flacher Pappkästchen dienen. In diese letzteren legt er chemisch reines, aus Weinstein dargestelltes kohlensaures Kali ein, dessen Menge der, des zur Chlorbereitung dienenden Braunsteins gleichkommt. Das so beschickte Gefäß wird nun mit einem, durch Wasser abgesperrten Deckel luftdicht verschlossen, worauf man das Chlor langsam und ohne äußere Erwärmung sich entwickeln läßt. Nach Verlauf von 12 Stunden erwärmt man das Chlorentbindungsgefäß durch ein Wasserbad, hält es so eine gleiche Zeit hindurch warm, und läßt es endlich noch 6 Stunden abkühlen. Nunmehr öffnet man den Behälter, nimmt die Kuchen von chlorsaurem Kali und Chlorkalium heraus, löst sie in Wasser, und trennt beide Salze durch mehrmalige Krystallisation.

Liebig hat eine Methode angegeben, um chlorsaures Kali mittelst Chlorkalk zu bereiten. Man erhitzt Chlorkalk mit etwas Wasser, bis er nicht mehr bleichend auf die Pigmente wirkt, wobei der Chlorkalk in Chorkalzinm und chlorsauren Kalk zerfällt, löst ihn dann in heißem Wasser auf, konzentrirt die Lösung durch Abdampfen, setzt Chlorkalium zu und läßt die Flüssigkeit abkühlen, aus der nun das chlorsaure Kali, durch gegenseitige Zersetzung des chlorsauren Kalkes und des Chlorkaliums gebildet, anschießt. Liebig gibt an, daß er aus 24 Loth Chlorkalk von so schlechter Beschaffenheit, daß er beim Auflösen in Wasser 65 Prozent unlöslichen Rückstand hinterließ, 2 Loth chlorsaures Kali erhalten habe. Die einzige Schwierigkeit bei diesem Verfahren liegt darin, daß sich der Chlorkalk nicht so leicht zersetzt, wie man im Allgemeinen annimmt. Man kann eine Lösung desselben über eine Stunde im Sieden erhalten, ohne daß sie die Bleichkraft verliert. Am besten ist es, wie vorhin erwähnt, den Chlorkalk mit wenigem Wasser zu einem Brei anzumengen, und diesen zur Trockene abzurauchen. Auch wenn man Chlor in kochend heiße Kalkmilch einleitet, so entsteht vorzugsweise chlorsaurer Kalk, der nach fortgesetztem Kochen und Abdampfen mit Chlorkalium versetzt, chlorsaures Kali liefert.

Das nach diesem Verfahren zuerst erhaltene chlorsaure Kali krystallisirt nicht wie sonst, in Blättchen, sondern in prismatischen Krystallen; ob etwa in Folge der Beimischung eines fremdartigen Körpers, ist nicht ermittelt. Beim Unkrystallisiren nimmt es jedoch die gewöhnliche tafelförmige Gestalt an. Um den chlorsauren Kalk zu zersetzen, und die Gesammtmenge des chlorsauren Kali zu gewinnen, ist es nicht hinreichend, die heiße Lösung nur gerade abkühlen zu lassen, sondern die Bildung des Salzes geht noch längere Zeit hindurch fort, daher die Flüssigkeit 3 bis 4 Tage lang zum Krystallisiren hingestellt werden muß.

Ein etwas abgeändertes Verfahren, das jedoch auf demselben Prinzip beruht, ist von Vée bekannt gemacht. Man bereitet flüssigen Chlorkalk von 18 bis 20° Baumé, erhitzt ihn in einem bleiernen oder eisernen Kessel, und setzt, sobald er zum Sieden kommt, so viel Chlorkalium zu, daß die Dichtigkeit der Flüssigkeit um 4° B. steigt. Hierauf läßt man sie bei starkem Feuer so schnell wie möglich bis auf 30 oder 31° B. eindampfen, wobei mitunter eine lebhafte Sauerstoffgasentwicklung eintritt. Man stellt sie

Digitized by Google

nun zum Krystallisiren bei Seite, wo dann das chlorsaure Kali mit Chlorkalium gemischt anschießt. Die Mutterlauge, bis auf 36° B. abgedampft, liefert noch etwas chlorsaures Kali, das man nun nebst dem zuerst erhaltenen unkrystallisirt.

Das chlorsaure Kali erscheint in durchsichtigen, dünnen tafelförmigen Blättchen von etwas kühlendem, salpeterartigen Geschmack. 100 Theile Wasser nehmen bei 15° nur 6 Theile, in der Siedhitze dagegen 60 Theile chlorsaures Kali auf. Beim Erhitzen kommt es schon vor dem Glühen in Fluß, und entwickelt Sauerstoffgas in Menge. Um jedoch den ganzen Sauerstoffgehalt auszutreiben und zu gewinnen, ist mäßige Glühhitze erforderlich. Es gibt dabei 39,15 Prozent Sauerstoffgas, und verwandelt sich vollständig in Chlorkalium. Heftig in einem Mörser gerieben, knistert es, wirft einzelne Fünkchen aus, und leuchtet im Dunkeln. Auf glühende Kohlen geworfen, verpufft es auf ähnliche Art, wie Salpeter, nur weit lebhafter. Schwefel oder Phosphor, damit zerrieben, entzünden sich ungemein leicht, und können selbst gefährliche Explosionen bewirken; daher man bei dieser Arbeit die Hand mindestens mit einem Handschuh bedecken muß. Aehnliche Detonationen erfolgen mit Zinnober, Schwefelkalium, Zucker, ätherischen Oelen und vielen anderen brennbaren Substanzen, jedoch nur bei einem heftigen Schlage zwischen Hammer und Ambos. Eine innige Mischung von Zucker und Stärke mit chlorsaurem Kali kommt durch einen Tropfen konzentrirter Schwefelsäure augenblicklich in Brand, eine Eigenschaft, die der Wirkung der chemischen Feuerzeuge zum Grunde liegt. Die an den Zündhölzchen befindliche Masse wird am besten aus 30 Theilen fein zerriebenem chlorsauren Kali, 10 Theilen zerriebenen Schwefelblumen, 8 Theilen Zucker, 5 Theilen Gummi arabicum und etwas Zinnober zur Färbung bereitet. Man vermischt zuerst das chlorsaure Kali mit dem Zucker, Gummi und Zinnober, reibt diese unter sehr gelindem Drucke in einer Reibschale zusammen, gibt nun soviel Wasser hinzu, daß ein dünner Brei entsteht, und zuletzt den Schwefel, worauf das Ganze noch eine Weile sehr gelinde durchgearbeitet wird. In diese Masse tunkt man nun die, vorher in geschmolzenen Schwefel getauchten Enden der Zündhölzchen, worauf man sie in einem warmen Zimmer vollständig austrocknen läßt. Die Entzündung wird beim Gebrauche dadurch bewirkt, daß man sie mit konzentrirter Schwefelsäure in Berührung bringt, die sich in dem Zündgläschen befindet. Um hiebei zu verhüten, daß sich die Zündmasse nicht zu stark mit Schwefelsäure durchnässe, und dadurch wieder ausgelöscht werde, füllt man das Gläschen zum Theil mit Asbest, und durchfeuchtet diesen mit Schwefelsäure, die nun beim Auftupfen des Zündhölzchens nur gerade in der zur Entzündung der Masse nöthigen Menge damit in Berührung kommt. Espenholz soll sich am besten zu den Zündhölzchen eignen.

Eine andere Anwendung des chlorsauren Kali ist die zu den Zündhütchen für die Perkussionsschlösser. Eine einfache und gute Vorschrift zur Bereitung des Zündpulvers ist folgende: Man laugt 10 Theile Schießpulver mit Wasser aus, und mischt den noch feuchten, aus Kohle und Schwefel bestehenden Rückstand mit 5¼ Theilen vorher äußerst fein pulverisirtem chlorsauren Kali, und reibt dieses auf einem Reibstein mit soviel Wasser, daß es einen ziemlich dünnflüssigen Brei bildet, durch. In trockenem Zustande würde diese Masse sehr gefährlich zu handhaben sein. Von der fertigen Masse läßt man in jedes Zündhütchen einen Tropfen fallen, und am Boden desselben austrocknen.

Da jedoch bei der Detonation dieser Masse sich Chlor entwickelt, wodurch alle Eisentheile, die damit in Berührung kommen, sehr leicht rosten, so wird von sehr vielen Jägern den Zündhütchen mit Knallquecksilber der Vorzug gegeben. (M. s. „Knallquecksilber.“)

Chocolate (Chocolate). Wurde zuerst im Jahre 1520 von den Spaniern aus Mexiko, wo sie schon von Altersher in Gebrauch gewesen war, in Europa eingeführt, und von ihnen lange Zeit als ein großes Geheimniß bewahrt.

Digitized by Google

Das Hauptmaterial zur Chocolate liefern die Kakaobohnen, der Samen des Kakaobaums, Theobroma cacao, der besonders in den zwischen den Wendekreisen liegenden Theilen von Amerika und den westindischen Inseln zu Hause ist. Er hat etwa die Größe eines Orangenbaums, dabei einige Aehnlichkeit mit einem Kirschbaum, und trägt eine gelbrothe, länglichrunde Frucht ungefähr in Gestalt einer Gurke, von 6 Zoll Länge und 3 Zoll Dicke. Sie besitzt eine rauhe warzige Schale, mit 10 vorspringenden Rippen, und ist mit einem weichen, schwammigen, röthlichen Fleisch angefüllt, in welchem 25 bis 40 Bohnen in 5 Reihen vertheilt liegen. Diese Bohnen oder Mandeln sind mit einer schwärzlich rothen Haut umgeben, und bestehen selbst aus einer fettigen, röthlich-schwarzen Substanz von angenehmem, etwas bitterlich aromatischem Geschmack.

Die Frucht der auf den Westindischen Inseln, in Berbice und Demarara wachsenden Bäume ist bedeutend kleiner, und enthält oft nur etwa 10 Bohnen.

Der beste Kakao kommt von der Küste Caraccas in ledernen Säcken in den Handel; die Bohnen müssen möglichst groß und dick, fettig im Anfühlen, und von angenehmem, nicht ranzigem Geschmack, mit einem silberweißen Staube bedeckt, und nicht schimmlig sein.

Der Kakao von Berbice, Demarara, und den Antillen ist heller von Farbe, kleiner und glatter als der Caraccas Kakao, der Geschmack weniger mild. Der Kakaobaum liefert zur Zeit 2 bis 8 Pfund Kakaobohnen, die zweimal im Jahre gesammelt werden. Sind nämlich die Früchte reif, was man an ihrer rothgelben Farbe erkennt, so werden sie gepflückt, die Bohnen herausgenommen, und entweder in Fässer oder in Gruben geschüttet, mit Rohrblättern, Matten und Steinen beschwert und einige Tage sich selbst überlassen, wo dann eine Art Gährung eintritt, wobei die Bohnen anschwellen und dunkler werden, zugleich einen sanfteren Geschmack annehmen. Um jedoch den Gährungsprozeß nicht zu weit, dabei aber in allen Bohnen ganz gleichmäßig fortschreiten zu lassen, rührt man sie alle Morgen um, worauf sie dann endlich an der Sonne getrocknet werden und so in den Handel kommen.

Nach einer Analyse von Lampadius enthalten die Westindischen Bohnen, mit Ausschluß der Schale, die etwa 12 Prozent der ganzen Bohnen beträgt, und außer dem in ihnen vorhandenen Wasser, in 100 Gewichtstheilen 53,1 fettes Oel, Kakaobutter; 16,7 einer eiweißstoffartigen braunen Materie, die das Aroma der Bohnen enthält; 10,91 Stärke; 7,75 Gummi oder Schleim; 0,9 Faser und 2,01 rothen Farbstoff. Die Schalen enthalten kein Fett, geben aber bei anhaltendem Kochen mit Wasser ein braunes, nicht unangenehm schmeckendes Extract.

Die Kakaobutter, die durch starkes Auspressen der getrockneten und gewärmten Bohnen gewonnen werden kann, hat eine talgartige Konsistenz, weiße Farbe, schmilzt bei 50° C und zeichnet sich vor fast allen anderen Fettarten dadurch aus, daß sie fast gar nicht dem Ranzigwerden unterliegt. Es beträgt nach Lampadius zwar über die Hälfte vom Gewicht der trocknen Bohnen, durch Pressen jedoch gewinnt man nur etwa 30 bis 36 Prozent.

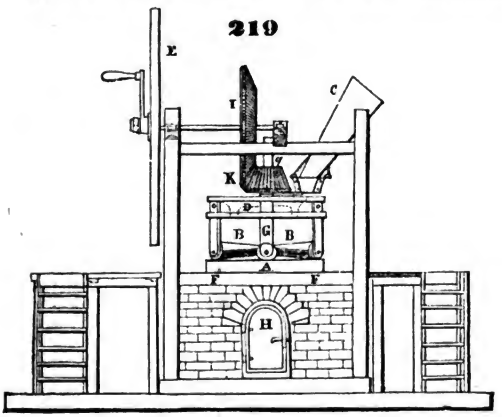
Die Chokolate, eine innige Mengung von scharf ausgetrockneten und feinzerquetschten Kakaobohnen, Zucker und Vanille, wird folgendermaßen bereitet: Die sorgfältig verlesenen, und von allen verdorbenen, schimmligen Theilen gesonderten Bohnen werden in einem Zylinder von Eisenblech von der Einrichtung eines gewöhnlichen Kaffeebrenners über einem gelinden Feuer bis zu dem Punkte geröstet, daß die völlig ausgetrockneten Bohnen bis zu einem gewissen Punkte angeschwollen sind, eine mürbe, bröcklige Beschaffenheit angenommen haben, und die spröde gewordenen Schalen leicht ablassen; worauf sie herausgeschüttet, abgekühlt und durch Schütteln in einem Siebe von den Schalen getrennt werden. Die soweit fertigen entschälten Bohnen müssen nunmehr in eine weiche teigige Masse verwandelt werden, was entweder durch Reiben aus freier Hand in einem

Digitized by Google

auf 55° erwärmten Mörser (um das Fett flüssig zu erhalten) oder bei größerem fabrikmäßigen Betriebe mittelst eigner Maschinen geschieht, wobei dann der Zucker, dessen Menge sehr variabel ist, und wohl bis zu dem Gewicht der Kakaobohnen steigt, nebst der Vanille, von welcher zu seiner Chokolate eine Schote auf 1½ Pfund hinreicht, zugesetzt wird. Ist die Masse bis zu dem gehörigen Grade von Zartheit zerrieben, oder vielmehr zerquetscht, so bringt man sie noch warm und weich in die zinnernen oder blechernen Formen.

Die Einrichtung der Chokolatemühlen ist nicht überall gleich; eine der gewöhnlicheren, wie sie namentlich auch in Spanien fast allgemein in Anwendung ist, zeigt Fig. 219. Sie besteht aus mehreren, gewöhnlich 6, koni-

219



schen gußeisernen Walzen B, die sich zwischen der vertikalen Achse q und den mit dieser Achse in fester Verbindung stehenden Armen G drehen, und auf einer Marmorplatte A umgetrieben werden, indem das auf der Achse q sitzende konische Rad K mit einem anderen I in Eingriff steht, das mit dem Schwungrade E auf Einer Achse sitzt und entweder aus freier Hand mittelst einer Kurbel oder durch Dampf- oder Wasserkraft gedreht werden kann. F F ein hölzerner Rand um die Marmorplatte, um die von ihr herabfallende gemahlene Masse aufzunehmen. Die Bohnen werden in den Rumpf C gegeben, und fallen aus diesem in einen flachen Kasten D, der mit mehreren Oeffnungen versehen ist, und die Bohnen gleichmäßig auf die Marmorplatte herabfallen läßt. Diese letztere liegt auf einer Eisenplatte, unter welcher durch die Thür H ein kleines Feuer angemacht wird, und erlangt so die zur Bearbeitung der Chokolate nöthige Wärme.

Nachdem die Kakaobohnen durch einmalige Behandlung auf der Platte zerkleinert sind, gibt man sie nebst dem Zusatz von Zucker und Vanille wieder auf die Platte zurück, um sie nun fertig mahlen zu lassen. Die Vanille pflegt man der vollständigeren und gleichmäßigeren Vertheilung wegen vorher zu zerschneiden und mit etwas Zucker feinzureiben.

In Barzelona sind die Chokolatemühlen fast allgemein von der eben beschriebenen Einrichtung, nur daß sie durch einen Pferdegöpel in Bewegung gesetzt werden, der sich im unteren Stockwerke des Gebäudes unter der Mühle befindet.

Die Achse q geht nämlich durch ein Loch in der Mitte der Marmorplatte hindurch, das, um das Hindurchfallen der Chokolate zu verhindern, mit einem Rande umgeben ist, und trägt an ihrem unteren Ende ein Getriebe,

Digitized by Google

welches mit dem Stirnrade des Göpels in Eingriff steht. Eine solche Chokolatemühle, deren Platte 2 Fuß 7 Zoll im Durchmesser hat, macht in der Stunde etwa 10 Pfund Chokolate fertig.

In einigen Ländern würzt man die Chokolate mit Zimmt und Gewürznelken, statt mit der theuren Vanille; auch wird sie betrügerischer Weise mit Stärkemehl und anderen ähnlichen Zusätzen verfälscht; mitunter auch wohl mit einer unverhältnißmäßig großen Menge Zucker versetzt, weil dieser wohlfeiler ist als die Kakaobohnen. Ein Zusatz von Stärke ist leicht an der kleisterartigen Konsistenz zu erkennen, die eine so verfälschte Chokolate nach dem Kochen mit etwas Wasser, und Erkalten annimmt.

Das Formen der Chokolate erfordert insofern viel Aufmerksamkeit, als dabei sehr viel auf die richtige Temperatur der Masse ankommt. Die Chokolate muß nach dem Einbringen in die Form nach kurzem Rütteln derselben eine spiegelnde Oberfläche annehmen und nach dem Abkühlen beibehalten. War sie zu warm oder zu kalt, oder auch sonst nicht von der richtigen Konsistenz, so nimmt die Oberfläche eine matte oder rauhe Beschaffenheit an.

Chrom (Chromium, Chrôme.) Dieses von Vauquelin entdeckte Metall kommt nicht nur nicht im gediegenen, oder metallischen Zustande vor, sondern ist aus seinen Sauerstoffverbindungen so ungemein schwierig zu reduziren, daß es, wenigstens als wohlgeflossenes zusammenhängendes Metallkorn kaum bekannt ist.

Das einzige in hinreichender Menge vorkommende Chromerz, um eine technische Anwendung zu gestatten, ist der Chromeisenstein, eine Verbindung von Chromoxyd mit Eisenoxydul. Er hat eine eisenschwarze Farbe, unvollkommenen Metallglanz, und ist vollkommen undurchsichtig. Spez. Gew. des reinen = 4,5, des unreinen, wie er im Handel vorkommt etwa 3 bis 4. Vor dem Löthrohr ist er unschmelzbar, und bildet, mit ein wenig Soda zusammengeschmolzen eine gelbliche Masse, die sich in Wasser mit gelber Farbe auflöst. Im Borarglase löst er sich bei strenger Hitze vollständig zu einem schön grün gefärbten Glase auf. Er wirkt im natürlichen Zustande nicht auf die Magnetnadel, wird jedoch, nach vorhergegangener Behandlung in dem reduzirenden Theil der Löthrohrflamme, gezogen. Das Chromeisen wurde früher meistentheils aus Nord-Amerika bezogen, wo es in den Bare-hills bei Baltimore in Maryland in ziemlicher Menge vorkommt, es hat sich jedoch in neuerer Zeit auch an vielen Punkten in Europa gefunden, so z. B. auf den Schetland-Inseln Unst und Fetlar, im Departement du Var in Frankreich, bei Portsoy in Bannffshire, dann in Schlesien, Böhmen, in Steiermark, ferner in Norwegen und anderen Orten.

Der Chromeisenstein wird allemal zuerst auf chromsaures Kali verarbeitet, aus welchem dann ferner die übrigen Chrompräparate dargestellt werden. Zu dem Ende sucht man das Erz soviel wie möglich von der Gangart zu sondern, worauf es in einer Mühle mit sehr schweren rollenden Steinen ganz feingemahlen und gesiebt wird. Das Pulver wird nun mit einem Drittheil oder der Hälfte gröblich zerstoßenen Salpeters gemengt, und mehrere Stunden lang auf dem Heerde eines Flammofens sehr heftig gebrannt, und während dem einige Male umgerührt. Früher glühete man die Mischung in Tiegeln, was jedoch in den großen englischen Fabriken der damit verbundenen Umstände und Kosten wegen gegenwärtig nicht mehr geschieht. Die gebrannte Masse wird aus dem Ofen gezogen, mit Wasser ausgelangt und die erhaltene hellgelbe Lösung rasch abgedampft, wobei neutrales chromsaures Kali in Form kleiner körniger Krystalle zu Boden fällt, die man von Zeit zu Zeit mit einer breiten, fein durchlöcherten Schaufel herausnimmt, und zum Ablecken in einen Kasten schlägt. Dieses Salzmehl wird nun entweder durch Wiederauflösen in Wasser und langsames Abdampfen in Form größerer Krystalle von neutralem chromsauren Kali dargestellt, oder, was sehr häufig geschieht, in doppelt chromsaures Kali verwandelt, indem man die konzentrirte Lösung mit Salpeter-, Schwefel- oder Essigsäure ansäuert. Das hierdurch entstehende Salz krystallisirt beim

Digitized by Google

Abkühlen der konzentrirten heißen Lösung in großen vierseitig tafelförmigen Krystallen von lebhaft feuerrother Farbe. Es hält sich an der Luft völlig unverändert, hat einen bitterlich metallischen Geschmack und bedarf bei 15, zehn Theile, bei 100° nur einen halben Theil Wasser zu seiner Lösung. Es besteht in 100 Theilen aus 68,8 Chromsäure und 31,2 Kali. Die Anwendung dieses Salzes in der Färberei und Kattundruckerei ist sehr bedeutend, daher es denn auch an vielen Orten fabrikmäßig dargestellt wird.

Eine nicht minder technisch wichtige Chromverbindung ist das chromsaure Blei, welches theils als Chromgelb, theils als Chromorange zu den schönsten Malerfarben gehört. Es entsteht im Allgemeinen beim Mischen einer Bleisolution, gewöhnlich essigsaurem oder salpetersaurem Blei, mit chromsaurem Kali, wobei sich diese Salze gegenseitig zersetzen. Wendet man doppelt chromsaures Kali und ein neutrales Bleisalz an, so entsteht ein Niederschlag von schön hellgelber Farbe, während der Niederschlag mit neutralem chromsauren Kali schon dunkler gelb ausfällt. Wendet man aber statt des neutralen Bleisalzes, basisches essigsaures Blei an, und setzt auch dem chromsauren Kali wohl etwas ätzendes Kali zu, so entsteht ein Niederschlag von orangegelbem basischen chromsauren Bleioxyd.

Zur Herstellung geringerer Sorten Chromgelb fügt man dem chromsauren Kali etwas Alaun oder Schwefelsäure zu, wodurch dann schwefelsaures Blei gefällt wird und dem gleichzeitig mit gefällten chromsauren Blei zur Verdünnung dient. Auch wenn man schwefelsaures Bleioxyd, wie es bei mehreren Prozessen, besonders bei der Darstellung der essigsauren Thonbeize für die Kattundruckerei, in Menge als werthloses Nebenprodukt gewonnen wird, mit einer Auflösung von chromsaurem Kali digerirt, so geht das schwefelsaure Blei, wenigstens oberflächlich in chromsaures Salz über, und stellt so eine ganz brauchbare Sorte Chromgelb dar.

Daß das Gelb jedenfalls von der Flüssigkeit, sei es durch Filtriren oder Sedimentiren, getrennt, gut ausgewaschen, und langsam getrocknet werden muß, bedarf kaum der Erwähnung. Bei der ungemeinen Empfindlichkeit aller Bleiverbindungen gegen den Schwefelwasserstoff ist besonders darauf zu sehen, daß auch das Chromgelb beim Trocknen nicht zufällig mit den Ausdünstungen faulender thierischer Substanzen in Berührung komme, wodurch die Farbe sogleich von ihrer Reinheit verliert.

Liebig und Wöhler haben ein Verfahren zur Herstellung eines basisch chromsauren Bleies von schön zinnoberrother Farbe entdeckt. Sie schmelzen Salpeter in einem Tiegel bei mäßiger Wärme und tragen nun reines Chromgelb in kleinen Portionen langsam ein. Hiebei entsteht jedesmal ein lebhaftes Aufbrausen, die Masse färbt sich schwarz und bleibt auch so während der ganzen Behandlung. Man fährt mit dem Eintragen von chromsaurem Blei so lange fort, bis nur noch ein wenig Salpeter unzersetzt vorhanden ist, achtet aber während der ganzen Schmelzung sorgfältig darauf, den Tiegel nicht zu überhitzen, indem sonst das Produkt weniger schön ausfällt. Man läßt endlich den Tiegel einige Minuten ruhig stehen, damit sich das chromsaure Blei zu Boden setzt, gießt die klare, aus geschmolzenem Salpeter und chromsaurem Kali bestehende Masse ab, und wäscht das Chromroth vollständig aus. Es ist hiebei wichtig, das Auswaschen möglichst schnell zu beendigen, weil das Chromroth bei längerer Berührung mit der Salpeterlauge einen Stich ins Gelbliche annimmt.

Ein drittes, technisch wichtiges Chrompräparat ist das grüne Chromoxyd, das besonders für die Porzellanmalerei als eine der schönsten und feuerbeständigsten grünen Farben von großer Wichtigkeit ist. Es gibt eine Menge verschiedener Darstellungsmethoden, die zwar sämmtlich dasselbe Chromoxyd, dieses aber in verschiedenem Aggregatzustande und daher nicht immer genau von derselben Farbe und äußeren Beschaffenheit liefern. Einige der wichtigeren sind folgende:

1. Durch Glühen von chromsaurem Quecksilberoxydul, welches beim Vermischen von salpetersaurem Quecksilberoxydul mit chromsaurem Kali in Ge-

Digitized by Google

stalt eines zinnoberrothen Pulvers niedergeschlagen wird. Beim Glühen des Salzes wird unter Entwicklung von Sauerstoffgas das Quecksilberoxydul zu metallischem Quecksilber, die Chromsäure aber zu Chromoxyd reduzirt. Nach Dulong's Versuchen ist übrigens das ganz chemisch reine chromsaure Quecksilberoxydul zur Darstellung von Chromoxyd für die Porzellanmalerei nicht so gut, als wenn es ein wenig Mangan und chromsaures Kali enthält, besonders, wo die Stücke eine sehr starke Hitze aushalten müssen. Beim gewöhnlichen Einbrennen der Porzellanfarben im Muffelofen hält sich zwar reines Chromoxyd vollkommen gut, in der Hitze des Porzellanofens aber nimmt es eine grünlich braune Farbe an.

2. Durch das Glühen von chromsaurem Kali und Schwefel. Wenn nämlich ein Gemenge von doppelt chromsaurem Kali und Schwefel, etwa zu gleichen Theilen, in einem Tiegel einer mäßigen Rothglühhitze ausgesetzt wird, so verbindet sich der Schwefel zum Theil mit Kalium zu Schwefelkalium, ein anderer Theil, durch den Sauerstoff des zu Kalium reduzirten Kalis sowohl, wie durch den Sauerstoff der Chromsäure oxydirt, verbindet sich mit einem anderen Antheil Kali zu schwefelsaurem Kali, während das Chrom als Oxyd ausgeschieden wird. Beim Auswaschen der geglühten Masse werden Schwefelkalium und schwefelsaures Kali aufgelöst, während das grüne Chromoxyd zurückbleibt.

3. Durch Kochen einer Auflösung von chromsaurem Kali mit Schwefel. Man löst neutrales chromsaures Kali in Wasser, setzt etwa die Hälfte vom Gewichte des Salzes Schwefelblumen hinzu, und läßt diese Mischung so lange kochen, bis der Niederschlag von Chromoxyd sich nicht mehr bemerklich vermehrt. Der Vorgang bei diesem Prozesse ist ganz derselbe, wie bei der letztbeschriebenen Darstellungsmethode, nur, daß bei jenem Verfahren der überflüssig zugesetzte Schwefel sich in der Glühhitze verflüchtigt, während er bei dem in Rede stehenden mit dem Chromoxyd gemengt bleibt. Um diesen zu beseitigen, löst man das schwefelhaltige Chromoxyd in verdünnter Schwefelsäure, filtrirt und fällt mit kohlensaurem Kali, wodurch kohlensaures Chromoxyd gebildet wird.

4. Durch Digestion von chromsaurem Kali mit Salzsäure und Alkohol. Indem hier die Salzsäure sich mit dem Kali verbindet, und die Chromsäure in Freiheit setzt, tritt sie mit den Bestandtheilen des Alkohols in Wechselwirkung, und wird, durch Abgabe von Sauerstoff zu Chromoxyd reduzirt, das nun mit einem Theile der Salzsäure zusammentritt. Durch Fällung dieser Lösung mit ätzendem oder kohlensaurem Kali läßt sich daraus Chromoxydhydrat, d. h. Chromoxyd in chemischer Verbindung mit Wasser, oder kohlensaures Chromoxyd darstellen.

5. Ein anderes Verfahren zur Darstellung von Chromoxydhydrat, welches ein Produkt von bläulich grüner Farbe, das sogenannte Chromblau liefert, ist folgendes. Man bereitet eine konzentrirte Lösung von chromsaurem Kali, sättigt sie mit verdünnter Schwefelsäure, und fügt nur auf jede 8 Pfund der Auflösung, 1 Pfund Kochsalz und ½ Pfund konzentrirte Schwefelsäure zu, und erhitzt zum Kochen. Die Chromsäure geht dabei in Chromoxyd über, das in der Schwefelsäure als schwefelsaures Chromoxyd gelöst bleibt, und die Flüssigkeit grün färbt. Um sich zu überzeugen, daß sämmtliche Chromsäure zersetzt ist, übersättigt man eine kleine Probe der Flüssigkeit mit Kali und filtrirt. Zeigt sich die durchlaufende Flüssigkeit noch gelb gefärbt, so muß unter Zusatz von noch etwas Salz und Schwefelsäure mit dem Kochen fortgefahren werden, bis bei der eben schriebenen Probe die durchfiltrirte Flüssigkeit ganz farbenlos erscheint. Hat man sich endlich überzeugt, daß die Zersetzung vollständig Statt gefunden hat, so dampft man die Flüssigkeit zur Trockne, löst den Rückstand wieder in Wasser, filtrirt, und schlägt endlich das Chromoxyd durch ätzendes Kali nieder.

Die den wesentlichsten Bestandtheil der chromsauren Salze bildende Chromsäure hatte bisher nur theoretisches Interesse, erst neuerlich hat man angefangen sie zu technischen Zwecken zu verwenden, daher sie auch hier

Digitized by Google

nicht übergangen werden darf. Die Darstellung der reinen, isolirten Säure ist erst in der neuesten Zeit gelungen, und besteht kürzlich darin, daß man eine Auflösung von chromsaurem Kali mit Kieselfluorwasserstoffsäure fällt, den Niederschlag von Kieselfluorkalium von der Flüssigkeit trennt, diese in einem Platingefäß zur Trockne abraucht, und in wenigem Wasser wieder auflöst.

Die Chromsäure ist in Wasser sehr leicht zu einer lebhaft orangerothen Flüssigkeit auflöslich, und krystallisirt beim Abdampfen der Lösung in zinnoberrothen haarförmigen Krystallen. Sie wirkt ungemein stark oxydirend, besonders auf organische Substanzen, und bleicht daher die meisten Pigmente. Aus diesem Grunde kann sie in der Kattundruckerei dem Chlor in gewissen Fällen mit Vortheil substituirt werden, wo nämlich dieses letztere wegen allzuheftiger Wirkung nicht zulässig ist. Diese interessante, für die Kattundruckerei ohne Zweifel folgenreiche Entdeckung ist von dem wahrhaft wissenschaftlich gebildeten Fabrikanten Daniel Köchlin in Mühlhausen gemacht. Er fand nämlich, daß, wenn chromsaures Kali mit Wein- oder Kleesäure, und einer indifferenten vegetabilischen Substanz, z. B. Stärke oder Zucker, und außerdem einer Mineralsäure zusammengebracht wird, eine sehr lebhafte Einwirkung unter Erhitzung und Entwicklung von kohlensaurem Gas eintritt, daß ferner auch beim bloßen Vermischen der wässrigen Lösungen von chromsaurem Kali und Weinsäure eine Wechselwirkung unter Aufbrausen Statt findet, welche sich auch auf andere organische Stoffe, die gerade zugegen sind, so namentlich auf Farbstoffe, erstreckt, wodurch sie zerstört und gebleicht werden. Läßt man diesen Prozeß in einer Retorte vor sich gehen, so verdichtet sich in der Vorlage ein farbloses Liquidium von schwach saurer Beschaffenheit und essigsäureartigem zugleich etwas empyreumatischem Geruch, und reduzirender Wirkung auf salpetersaures Queckſilber und Silber. Köchlin wandte diese Eigenschaft der Chromsäure zum Bleichen von Indigo auf die Art an, daß er den mit Indig gefärbten Stoff mit chromsaurem Kali imprägnirte, und nun Salpetersäure, mit Gummi verdickt auf die zu entfärbenden Stellen aufdruckte.

Da man auf solche Art die Entfärbung unmittelbar durch chromsaures Kali bewirken kann, so wird man nicht leicht in den Fall kommen, sich dazu der reinen Chromsäure zu bedienen, deren Darstellung ohnehin mit Schwierigkeiten und Kosten verknüpft ist.

Die Chromsäure geht mit mehreren unorganischen Säuren chemische Verbindungen ein, unter denen die schwefelsaure Chromsäure, welche früher als reine Chromsäure angesehen wurde, die wichtigste ist, und vielleicht noch einstmals für die Kattundruckerei von Interesse werden kann. Um sie darzustellen mischt man die Auflösungen von 100 Theilen chromsaurem Kali und 136 Theilen salpetersaurem Baryt, und wäscht den gefällten chromsauren Baryt wohl aus. Dieser wird noch feucht in Wasser und ein wenig Salpetersäure gelöst, und hierauf mit Schwefelsäure gefällt, die man so lange zusetzt, als noch schwefelsaurer Baryt niederfällt. Beim Abdampfen zur Trockne wird die Salpetersäure verjagt, während die schwefelsaure Chromsäure zurückbleibt, und nach dem Wiederauflösen in wenigem Wasser und Konzentriren der Lösung in dunkelrothen Krystallen anschießt.

Das chromsaure Kali ist sehr geneigt, mit anderen Salzen, besonders mit schwefelsaurem Kali zusammenzukrystallisiren, andere Salze wieder färbt es durch seine Gegenwart in dem Grade gelb, daß sie kaum von dem reinen neutralen chromsauren Kali zu unterscheiden sind; daher denn auch das im Handel vorkommende chromsaure Kali schon mehrfach mit anderen Salzen, besonders schwefelsaurem, salpetersaurem oder salzsaurem Kali verfälscht angetroffen ist. Es ist daher bei dem Ankauf von neutralem chromsauren Kali sehr zu empfehlen, es vorher auf seine Reinheit zu prüfen. Bei dem doppeltchromsauren Kali ist dies weniger nöthig, da man hier die etwa beigemengten fremden Salze schon durch die hellergelbe Farbe von den dunkelfeuerrothen Krystallen des chromsauren Kali unterscheiden kann. Man löst das chromsaure Kali in Wasser, und setzt etwa das Achtfache von seinem

Digitized by Google

Gewichte Weinsäure zu, wodurch wie schon oben erwähnt, eine Zersetzung erfolgt, und sich die Flüssigkeit in wenigen Minuten dunkel amethystroth färbt. Um die Zersetzung ganz vollständig zu bewirken, kann man die Lösung kurze Zeit kochen. Die Auflösungen des chromsauren Kali und der Weinsäure müssen übrigens sehr verdünnt sein und wenigstens 60 Theile Wasser auf 1 Theil festen Substanz enthalten, weil ohne diese Verdünnung sich saures weinsaures Kali niederschlägt, wodurch dann Irrthümer herbeigeführt werden könnten. Die grüne Lösung von weinsaurem Chromoxyd prüft man nun mit salpetersaurem Baryt, und salpetersaurem Silber. Gibt das erstere einen Niederschlag, so zeigt dieser die Gegenwart von Schwefelsäure; eine Trübung oder ein Niederschlag durch das letztere dagegen Salzsäure an. Um die Gegenwart von Salpeter im chromsauren Kali zu erkennen, wirft man etwas davon auf glühende Kohlen, die mit Salpeter eine Verpuffung bewirken.

Cölestin. (Celestine.) Natürlicher schwefelsaurer Strontian, der an vielen Orten, in England hauptsächlich in der Nähe von Bristol in der Formation des bunten Mergels, vorkommt. Er wird allgemein zur Darstellung der übrigen Strontianverbindungen verwandt, indem man den feinpulverisirten Cölestin mit Kohlenpulver glüht, wodurch Schwefelstrontium entsteht, dieses in Wasser auflöst, und nun mit Salpetersäure oder Salzsäure zersetzt, kocht, filtrirt und abdampft, wodurch salpetersaurer, oder salzsaurer Strontian entsteht, die nun wieder zu anderen Strontian-Präparaten umgearbeitet werden können. Der salpetersaure Strontian ist das einzige technisch interessante Strontiansalz; er wird in der Feuerwerkerei zur Hervorbringung des bekannten purpurrothen Feuers benützt, zu welchem Ende er einer Mischung von chlorsaurem Kali und Schwefel zugesetzt wird.

Cowdee, oder **Kauri.** (Resin kauri or cowdee.) Eine neue, eigenthümliche Substanz, die seit Kurzem in bedeutenden Quantitäten von Neuseeland in den Handel kommt, und manche nützliche Anwendung zu gestatten verspricht. Es gehört zur Klasse der Harze, und fließt aus dem Stamme eines sehr schönen Baumes, der **Dammara australis** oder **Pinus kauri** aus, der oft bei einer Dicke von 12 Fuß bis zu einer Höhe von 90 Fuß fast ohne alle Aeste aufsteigt, und 11füßige Blöcke von reinem Kernholz liefert. Das Harz kommt in Klumpen von der Größe einer Muskatnuß bis zu Blöcken von 2 bis 3 Zentner im Handel vor. Die Farbe ist zum Theil milchweiß, verläuft sich aber auch in's Bernsteingelbe, oder selbst Dunkelbraune. Einzelne Stücke sind ganz durchsichtig und farblos. Die Härte dieses Harzes steht zwischen der von Kopal und Kolophonium in der Mitte; die weißen milchigen Stücke besitzen einen schwachen Geruch, der Aehnlichkeit mit dem des Elemi hat. Spez. Gew. = 1,04 bis 1,06. Es ist sehr leicht entzündlich, verbrennt vollständig mit einer klaren hellen Flamme ohne dabei abzutropfen. Vorsichtig geschmolzen und erkalten gelassen, bildet es eine harte, zähe Masse, ungefähr wie Schellack. Im Alkohol ist es sehr leicht löslich, und liefert einen sehr guten Firniß, da es härter und im Allgemeinen heller von Farbe, als Mastix, dabei aber eben so leicht löslich ist. Zudem ist es wohl zehnmal wohlfeiler als das letztere.

Die weingeistige Lösung mit ¼ einer Lösung des Harzes in Terpentinöl vermischt, gibt einen vortrefflichen, schnell trocknenden, fast farblosen, klaren und harten Firniß. Auch zur Siegellackfabrikation kann es mit Vortheil angewandt werden, zu welchem Ende man es mit Schellack und Terpenthin zusammenschmelzt, und mit Zinnober oder anderen Farbstoffen färbt.

D.

Damast, (damask) ist ein seidenes oder leinenes, auch wollenes oder

Digitized by Google

halb- und ganz baumwollenes Gewebe mit großen Mustern, welche aus Darstellungen von Blumen, Früchten, Landschaften, Thierfiguren u. dgl. bestehen. Er gehört mit zu den künstlichsten Erzeugnissen der Weberei, und soll seinen Namen von der Stadt Damaskus haben, wo er ehemals verfertigt wurde. Der Damast enthält durchaus einen fünf- oder achtschäftigen Köper, welcher aber in den Figurtheilen von anderer Art ist, als in dem Grund, worauf die Zeichnung steht; durch dieses Mittel geht gerade der Unterschied zwischen Grund und Figur hervor. M. s. den Artikel Weberei.

Damaszenerklingen (Damascus blades). Säbelklingen von ausgezeichneter Güte und eigenthümlichem Ansehen, die an mehreren Punkten des Orients, besonders in Damaskus angefertigt werden. Die Oberfläche dieser Klingen ist bunt gewässert, oder zeigt vielmehr weiße, silberfarbene und schwarze feinere und gröbere Streifen, die theils parallel, dabei entweder gerad oder krummlinig fortlaufen, theils sich in verschiedenen Richtungen durchkreuzen. Die Vortrefflichkeit dieser Klingen ist sprichwörtlich, daher sie denn auch von Militärpersonen sehr gesucht, und als Kleinodien bewahrt werden.

Das Wesentliche jeder wahren Damaszirung liegt darin, daß verschiedene Stahlarten je nach ihrem verschiedenen Kohlenstoffgehalt nicht nur verschiedene Härte, selbst geringe Unterschiede der Farbe zeigen, sondern auch von Säuren verschieden stark angegriffen werden, so daß, wenn ein Arbeitsstück aus mehreren Stahlsorten zusammengeschweißt, und nachher ausgeschmiedet wird, die einzelnen Stahllagen zwar eine entsprechende Ausdehnung oder sonstige Formänderung erfahren, ohne sich jedoch zu einer homogenen Masse zu verbinden, daher denn bei nachherigem Beizen der Oberfläche, die der Säure zugänglicheren Theile vertieft und durch Bloßlegung des Kohlenstoffs grau gefärbt werden, und mit den übrigen weniger afficirten, daher auch heller erscheinenden Theilen eine eigenthümliche, mehr oder weniger feine, aus grauen und weißen Linien bestehende Zeichnung darstellen, welche oft selbst einen gewissen Grad von Regelmäßigkeit hat.

Eine genaue und zuverlässige Beschreibung der Art wie die wahren Damaszener-Klingen gemacht werden, gehört bis jetzt noch zu den frommen Wünschen der Siderotechnie, doch ist es in neuerer Zeit auch in Europa gelungen, sie fast vollkommen nachzubilden. Insonderheit den Bemühungen von Clouet und Hachette verdankt man die Ausmittlung des folgenden Verfahrens: wobei 1. die Erzeugung paralleler Streifen, 2. die Herstellung schraubenförmig gewundener Linien, und 3. die Mosaik-Damaszirung unterschieden werden müssen.

Das erste, noch jetzt bei mehreren französischen Messerschmieden übliche Verfahren besteht darin, ein Päckchen dünner Stahlplatten von verschiedener Beschaffenheit zu bilden, in die Oberfläche der zu oberst liegenden mit einem Grabstichel beliebige Figuren einzugraben und nun das Ganze zusammenzuschweißen. Bei dem gewaltsamen Hämmern preßt sich nun der Stahl von der hinteren Seite in die Höhlungen der Gravirung hinein, so daß mithin sämmtliche Platten an den Stellen der Gravirung eine Ausbiegung erfahren, die bei dem Aetzen als Damaszirung zum Vorschein kommt.

Die Bewirkung schraubenförmig gewundener Muster macht viel weniger Schwierigkeiten; und ist daher auch weit mehr in Gebrauch, als die vorhin beschriebene Art. Man bindet mehrere Stahlstäbe mit Eisendraht zusammen, schweißt sie, schmiedet sie zu einer Stange aus, und dreht sie mehrere Male um sich selbst, oder um ihre eigene Achse um. Man schmiedet sie nun wieder über, dreht sie abermals, und wiederholt diese Behandlung noch einige Male, worauf man die Stange der Länge nach aufhauet, und die beiden Hälften mit den Rückseiten wieder an einander schweißt. Die hiedurch erhaltenen Oberflächen stellen eine hübsche Da-

Digitized by Google

maszirung in mannigfach gewundenen Streifen und sonstigen Konfigurationen dar.

Bei der Mosaik-Damaszirung fängt man genau so, wie bei der letztbeschriebenen Methode an, indem man ein Bündel Stahlstangen zusammenschweißt, ausschmiedet, dreht, und wieder ausschmiedet. Die Stange wird nun in kurze Stücke von ziemlich gleicher Länge zerschrotet, diese zu einem Bündel aneinander gelegt, zusammengeschweißt und zu einer Klinge ausgeschmiedet. Begreiflicherweise entsteht so eine sehr bunte, aus vielen einzelnen Mustern zusammengesetzte Damaszirung.

Das Clouet'sche Verfahren hat ganz abgesehen von der ausgezeichneten Biegsamkeit, ungemeinen Elastizität und Härte seiner Klingen den Vorzug, daß sich in ihrer Masse selbst beliebige Zeichnungen, Buchstaben, Inschriften, kurz jede gewünschte Darstellung anbringen lassen.

Allein bei aller Vortrefflichkeit der Clouetschen Klingen und ihrer Damaszirung konnte durch die beschriebenen Methoden doch nicht die gewässerte Damaszirung der echten Klingen hervorgebracht werden, so daß immer noch ein wesentlicher Unterschied übrig blieb.

Aber auch diese Aufgabe ist endlich durch Bréant gelöst. Er hat nämlich dargethan, daß die orientalischen Klingen aus einem kohlenstoffreicheren Gußstahl, als der gewöhnliche Europäische, bestehen, in welchem durch zweckmäßig geleitete Abkühlung eine Sonderung und theilweise Krystallisation zweier verschiedener Eisencarburete Statt gefunden hat. Diese Sonderung beim langsamen Erstarren des Gußstahls ist es, die der orientalischen Damaszirung zum Grunde liegt, die aber nicht eintritt, wenn man, wie dieß bei der Gußstahlfabrikation gebräuchlich ist, den geschmolzenen Stahl in eiserne Eingüsse gießt, um ihn schnell zum Erstarren zu bringen.

Schmelzt man Eisen mit der zu seiner Umwandlung in Stahl gerade nöthigen Menge Kohlenstoff zusammen, so verbindet es sich damit zu reinem Stahl. Ist aber der letztere in geringem Ueberschuß vorhanden, so tritt er mit einem Antheil Stahl zu einer höheren Kohlenstoffverbindung, dem Gußeisen, zusammen; und die Masse enthält mithin reinen Stahl und Gußeisen, die bei gehöriger Ruhe der flüssigen Masse sich in einzelnen Parthien aussondern und auch beim nachherigen Schmieden getrennt bleiben. — Wird aus einem so behandelten Stahl eine Säbelklinge angefertigt, und in verdünnte Säure getaucht, oder damit bestrichen, so kommt eine der orientalischen fast gleiche Damaszirung zum Vorschein, in sofern die aus reinem Stahl bestehenden Parthien von der Säure angegriffen werden, und sich schwärzen, während dagegen das Gußeisen wenig oder gar nicht affizirt wird.

Nach Tavernier kommen die rohen Gußstäbe des ächten Damaszener Gußstahls von Golconda und haben ungefähr die Größe einer Halbpenny-Rolle; sie werden in der Mitte durchgehauen, worauf denn jede Hälfte zu einer Klinge ausgeschmiedet wird.

Ein kleiner Zusatz von Mangan soll die Neigung des Stahls, eine Damaszirung darzustellen, erhöhen, ihn jedoch leicht zu spröde machen.

Nach Bréant schmilzt ein Gemenge von 100 Theilen Eisen und 2 Th. Lampenschwarz eben so schnell, wie gewöhnlicher Stahl; und mehrere der besten Klingen, die Bréant der Société d'Encouragement vorlegte, waren aus so erzeugtem Stahl verfertigt. Es ist dieß überhaupt eine sehr leichte Art, Gußstahl darzustellen, ohne das Eisen vorher zementiren zu müssen. Auch dadurch, daß er gleiche Gewichtstheile Feilspäne von sehr grauem Gußeisen, und eben solche, jedoch vorher theilweise oxydirte Feilspäne zusammenschmolz, gelang es, einen zu Säbelklingen und ähnlichen Zwecken sehr guten Stahl herzustellen, der eine vorzüglich schöne Damaszirung annahm, und sich besonders durch einen hohen Grad von Elastizität auszeichnete, wie ihn der Indische Stahl nicht besitzt. Je

Digitized by Google

größer die Menge von oxydirtem Gußeisen, um so zäher fällt das Produkt aus; während der Schmelzung, und bevor man die Masse ausgießt, muß sie sorgfältig durchgerührt werden, weil nur in diesem Falle eine recht gleichförmige Damaszirung hervorkommt.

Ist die Menge von Kohlenstoff im Stahl allzu groß, so läßt sich dieser, außer innerhalb bestimmter Temperaturgrenzen, nicht gut ausschneiden, und noch weniger zu Draht ausziehen, denn steigt die Temperatur etwas zu hoch, so zerbröckelt der Stahl unter dem Hammer, bei zu niedriger Hitze nimmt er eine harte und spröde Beschaffenheit an, und je mehr er abkühlt, um so widerspenstiger wird er. Er kommt in dieser Beziehung dem Indischen Stahl ganz gleich, den die Europäischen Schmiede nicht zu bearbeiten vermögen, weil sie nicht genau die richtige Temperatur kennen. Bréant inzwischen ist durch aufmerksame Beobachtung dieses Punktes dahin gekommen, völlig fehlerfreie Säbelklingen aus seinem Stahl zu schmieden. Die in den echten Damaszener-Klingen vorkommenden kreisförmigen Damaszirungen, die mit dem technischen Ausdruck Knoten bezeichnet werden, entstehen, wie mehrfache Beobachtungen dargethan haben, durch die Art des Schmiedens, auf analoge Weise, wie die schraubenförmigen Streifen durch Drehen der Stahlstange gebildet werden.

Damasziren (Damaskeening). Dieser Ausdruck dient zur Bezeichnung mehrerer ganz wesentlich verschiedener Arten von Verzierungen des Stahls. Die eine, und zwar die wichtigere Art, ist in dem vorhergehenden Artikel abgehandelt. Eine zweite Art von Damaszirung besteht in dem Aetzen matter Verzierungen auf polirten Stahlwaaren; eine dritte in der Verzierung von Stahl- und Eisenarbeiten mit goldenen oder silbernen Auslegungen, wie sie besonders bei Säbelklingen, Stichblättern, Griffen, ferner bei Gewehr- und Pistolenschlössern und Läufen sehr beliebt sind. Man gravirt oder ziselirt zu diesem letzteren Zwecke die verlangten Zeichnungen mit starken Zügen in das Metall, und füllt diese Vertiefungen mit Gold- oder Silberdraht, den man durch Hämmern hineintreibt und befestigt.

Schon der Name dieser Verzierung deutet auf ihren Ursprung, den sie in der Stadt Damaskus in Syrien genommen zu haben scheint. Die größte Vervollkommnung dieser Kunst schreibt Felibien dem französischen Künstler Corsinet, der unter Heinrich IV. lebte, zu.

Verwandt mit obigem Verfahren ist die Methode, auf Stahlwaaren mit Blattgold zu vergolden, indem man die Zeichnung matt ätzt, das Stück erhitzt, das Blattgold auflegt und mit dem Polirstahle aureibt.

Dampf (vapeur, steam) wird jede elastische oder ausdehnsame Flüssigkeit genannt, welche diesen Zustand dem Einflusse der Wärme verdankt und ihn nun so lange vollständig behält, als die Temperatur nicht abnimmt, oder der Raum, in welchem die Flüssigkeit eingeschlossen ist, nicht vermindert wird.

Erwärmt man tropfbare Flüssigkeiten bis zu einem gewissen Grade, so tritt jene Erscheinung ein, welche man das Sieden oder Kochen nennt. Diejenige Temperatur, bei welcher dieser Zustand eintritt, nennt man den Siedpunkt der Flüssigkeit, und diese hängt sowohl von der Natur derselben, als auch von dem auf ihr lastenden Drucke ab. Die dann sich bildende Flüssigkeit ist es aber, welche insbesondere Dampf genannt wird, wogegen die unter dem Siedpunkte entstehende, den Namen Dunst erhält.

Wie sehr der Siedpunkt von dem gedachten Drucke abhängt, erkennt man schon daran, daß Wasser, welches unter gewöhnlichem Luftdrucke bei 80° R., 100° C. oder 212° F. siedet, in verdünnter Luft, wie unter dem Rezipienten einer Luftpumpe, auf hohen Bergen, bei einer weit niedrigeren Temperatur in diesen Zustand tritt; eben so kocht das Wasser im Pulshammer (einer luftleeren, Wasser enthaltenden Glasröhre) bei bloßer Berührung mit der warmen Hand u. d. m. Auf diese Erschei-

Digitized by Google

nung gestützt hat man Vorrichtungen zum Ausziehen der geistigen Bestandtheile mancher Körper, zur Anfertigung von Extrakten bei gelinder Wärme erfunden, so wie man sie vortheilhaft für die Einkochung des Zuckersyrups verwendet.

Umgekehrt kann z. B. das Wasser in einem festverschlossenen Gefäße über 80° R., ja bis zur Glühhitze erhitzt werden, ohne zu sieden. Die Wirkung des Papinischen Topfes, eines kupfernen, luftdichten Gefäßes, in welchem Knochen mürbe gekocht werden, erklärt sich hieraus u. d. m.

Schon aus dem eben Angeführten erhellt, daß die beim Sieden entstehenden Dämpfe eine gewisse Kraft haben müssen, um den auf der jedesmaligen Flüssigkeit lastenden Druck überwinden zu können. Noch deutlicher aber tritt dieses hervor, wenn man Wasser in Gefäßen, wie Dampfkessel, erhitzt, wo der sich bildende Dampf bei fortgesetzter Erwärmung endlich die Wände zu sprengen vermag. Diese drückende Kraft des Dampfes ist es, welche man die Spannkraft, Expansivkraft oder Elastizität desselben zu nennen pflegt, und auf welcher allein seine Verwendung zum Betriebe der Dampfmaschinen beruht.

Für die Verwendung des Dampfes in den Gewerben und der Industrie ist das Messen dieses Druckes von der größten Wichtigkeit. Das Gewöhnlichste ist dieses Druckmaß durch die Höhe (Zolle) von Quecksilbersäulen, Atmosphären oder durch den Druck auf eine Flächeneinheit wie z. B. den Quadratzoll oder Kreiszoll anzugeben.

Da nämlich das Wasser bei 80° R. oder 212 F. kocht, so besitzt der sich so bildende Dampf eine Kraft, welche der Spannkraft der gewöhnlichen atmosphärischen Luft, der Atmosphäre gleich ist. Eine Quecksilbersäule, welche daher von der Spannkraft des gedachten Dampfes getragen wird, wird deshalb, wie das Barometer bei dem gewöhnlichen Luftdrucke, eine Höhe von circa 30 engl. Zollen haben, so daß die Höhe einer solchen Quecksilbersäule recht gut als relatives Maß für die Spannkraft des Dampfes dienen kann *). Da ferner der Dampf von mehr als 80° R. Wärme eine größere Spannkraft als die atmosphärische Luft besitzt, und diese Kraft durch Erhöhung der Temperatur diejenige der Atmosphäre um das zweifache, dreifache, vierfache ꝛc. ꝛc. übersteigen kann, so sieht man, wie man für die höhere Pressung des Dampfes den Druck der gewöhnlichen Luft zur Maßeinheit annehmen und von Dampf von 2, 3, 4 und mehreren Atmosphären Spannung sprechen kann. Hiermit hängt zugleich die Angabe der Dampfspannung in Pfunden auf einen Quadrat- oder Kreiszoll Fläche zusammen. Da man nämlich weiß, daß die gewöhnliche atmosphärische Luft auf alle Körper mit ungefähr 15 Pfd. engl. auf den Quadratzoll drückt, so muß auch Dampf von 1 Atmosphäre Spannung denselben Druck zeigen und ein Druck von 30 Pfd. die Spannkraft von 2 Atmosphären u. s. f. angeben.

Ein sowohl für die Verwendung des Dampfes, als auch zur Ermittlung der Eigenschaften desselben zu beachtender Umstand ist der Unterschied zwischen gesättigten und nicht gesättigten Dämpfen. Gesättigt nennt man alle die Dampfe, welche sich im Punkte ihrer größten Dichtigkeit befinden, nicht gesättigt, wenn dieses nicht der Fall ist.

Befindet sich nämlich in einem Gefäße eine solche Menge der zu verdampfenden Flüssigkeit, daß der gebildete Dampf immer in Berührung mit den ersteren bleiben kann, so wird stets nur eine der jedesmaligen Temperatur entsprechende Menge der Flüssigkeit in Dampf verwandelt

*) Die Annahme von 30 Zoll Quecksilberhöhe wird gewöhnlich von den Engländern gemacht, die Deutschen nehmen 28 Zoll, die Franzosen 76 Centimeter dafür an, welche Größen wenig von einander abweichen. Zu bemerken möchte indeß dabei sein, daß, genau genommen, diese Höhen auf eine Temperatur des Quecksilbers von 0° R. reduzirt zu verstehen sind.

Digitized by Google

werden, dergestalt, daß ein Theil dieses Dampfes sofort wieder tropfbar flüssig wird, sobald seine Wärme sinkt; der Dampf kann also bei dieser Temperatur nicht dichter werden, und heißt diesem nach gesättigter oder im Maximo seiner Dichte befindlicher Dampf. Hiernach entspricht derselben Temperatur des Dampfes eine und dieselbe Spannkraft und umgekehrt. Vermehrt man den Raum, in welchem sich dieser Dampf befindet, und bleibt die Temperatur dieselbe, so wird sich eine neue Menge Dampf bilden, welche den neuen Raum auf gleiche Weise sättigt, und wobei Spannkraft und Temperatur ganz dieselben wie im früheren Zustande sind. Vermindert man den gedachten Raum wieder bis zur urprünglichen Größe und bleibt die Temperatur abermals dieselbe, so wird sich eine Menge Dampf niederschlagen, die der bei Vergrößerung des Raumes neu verdampften ganz gleich ist, und Dichtigkeit und Spannung sind wieder dieselben. Vorstehendes gibt ein Bild von dem, was in den Kesseln der gewöhnlichen Dampfmaschinen, vorgeht, bei welchen der Dampf während des ganzen Kolbenweges in den Zylinder der Maschine strömt. Hier wird der Kessel in direkte Verbindung mit dem Zylinder gesetzt, in welchem sich der Kolben bewegt, die Temperatur bleibt dieselbe und der vom Dampfe eingenommene Raum wird bald vermehrt, bald vermindert.

Trennt man die tropfbare Flüssigkeit vom Dampfe, so findet diese Abhängigkeit zwischen Spannkraft und Temperatur nicht mehr statt. Denn erhöht man die Temperatur, so kann der Sättigungszustand deshalb nicht eintreten, weil keine Flüssigkeit zum Verdampfen mehr vorhanden ist. Erweitert man den Raum, welchen solcher Dampf einnimmt, um das Doppelte und bleibt während dieser Zeit die Temperatur dieselbe, so wird er sich in diesem Raume zwar gleichmäßig verbreiten, dabei aber nur die Hälfte der vorigen Spannkraft zeigen. Letzteres stimmt aber mit dem von Mariotte für die Gase gefundenen Gesetze überein, so daß also nicht gesättigter Dampf ein den Gasarten gleiches Verhalten zeigte, was noch mehr dadurch bestätigt zu werden scheint, daß er sich, wie für die sämmtlichen Gase Gay-Lussac zuerst nachwies, durch vermehrte Wärme um 0,00202 seines Volumens für jeden Grad des Fahrheitschen oder um 0,00364 für jeden Grad des hunderttheiligen Thermometers, das ursprüngliche Volumen immer vom Eisschmelzpunkte angerechnet, ausdehnen soll. Allein diese Uebereinstimmung findet bloß für Vermehrung des Raumes und der Temperatur, nicht aber für Verminderung Statt, ja und auch dann wird bei Vermehrung des Raumes konstante Temperatur vorausgesetzt. Hiernach kann man folglich behaupten, der Dampf folgt dem Mariott'schen Gesetze nicht, und unterscheidet sich deshalb wesentlich von den Gasarten.

Was die Bestimmung der Dichtigkeit oder des spezifischen Gewichtes des Wasserdampfes betrifft; so fand Gay-Lussac aus sorgfältigen Versuchen, daß ein Liter Wasserdampf von 80° R. oder 212° F. und bei 0,76 Meter Barometerstand, 0,58948 Gramme wiegt. Da nun ein Liter atmosphärische Luft unter gleichen Verhältnissen 0,94544 Gramme wiegt, so ist die Dichtigkeit des Wasserdampfes, in Beziehung auf atmosphärische Luft, $\frac{58948}{94544}$, d. i. circa $\frac{5}{8}$, ein Verhältniß, was bei gleichem Druck und gleicher Temperatur des Dampfes mit der Luft fortwährend dasselbe bleibt. Neuere Physiker wollen die Dichtigkeit etwas größer als $\frac{5}{8}$ gefunden haben.

Hieraus erkennt man zugleich, auf welche Weise man berechnen kann, wieviel Dampf von gegebener Spannkraft und Temperatur ein gegebenes Volumen Wasser zu liefern vermag, da sich das Dichtigkeits-Verhältniß des Wassers, von gegebener Temperatur, gegen Luft immer leicht angeben läßt.

Bei der Angabe eines gewissen Volumens Dampf hat man außerdem wohl den Unterschied zwischen relativen und absoluten Volumen zu beachten. Unter ersterem versteht man das Volumen eines Gewich-

Digitized by Google

tes Dampf auf das Volumen deſſelben Gewichtes Waſſer bezogen, oder den umgekehrten Werth ſeiner Dichte. Unter letzterem begreift man das Volumen, wie es von dem jedesmaligen Rauminhalte des Gefäßes abhängt, worin der Dampf enthalten iſt. So kann Dampf von 80° R. oder 1 Atmoſphäre Spannung jedes Gefäß von beliebiger Größe füllen, jedes beliebige abſolute Volumen annehmen, während ſein relatives Volumen in dem genannten Falle immer 1700 Mal größer als das Volumen Waſſer iſt, aus welchem er gebildet wurde.

Bei den Verwendungen des Dampfes, beſonders zum Betriebe der Dampfmaſchinen, iſt es wichtig, das relative Volumen, namentlich des geſättigten Dampfes, für jede gegebene Spannkraft und Temperatur angeben zu können. Wäre das Mariottſche Geſetz direkt anwendbar, ſo könnte die Ermittlung auf dieſes unmittelbar geſtützt geſchehen, da dieß aber nicht der Fall iſt, ſo hilft man ſich damit, daß man das gedachte Geſetz mit dem Geſetze von Gay-Luſſac entſprechend verbindet und zwar ſo, wie aus nachſtehendem Geſetze deutlich werden wird.

Wie bereits bemerkt, weiß man, daß Dampf von 212° F. ein 1700 Mal größeres Volumen als Waſſer einnimmt, ſo wie, daß derſelbe hierbei mit 15 Pfd. ergl. oder genauer mit 14,706 Pfd. auf den Quadratzoll engl. drückt. Soll daher das relative Volumen von Dampf gefunden werden, deſſen Temperatur 262° F beträgt, ſo ſetze man zunächſt das Volumen am Eisſchmelzpunkte oder bei 32° Fahrh. der Einheit gleich und ermittle die Volumen bei 212° und 262° oder bei den um 180° und 230° höheren Temperaturen, was durch Multiplikation der letzteren Werthe mit 0,00202 leicht geſchieht. Man erhält dann die Volumen 1,3636 und 1,4650 und da das relative Volumen des erſteren 1700 iſt, durch die Proportion

$$1{,}3636 : 1{,}4650 = 1700 : ?$$

das Volumen 1825.

Da ſich aber ferner ermitteln läßt, wie ſpäter gezeigt werden wird, daß Dampf von 262° F mit circa 32 Pfd. auf den Quadratzoll drückt, ſo erhält man das geſuchte Volumen vermittelſt der Proportion

$$36 : 14{,}706 = 1825 : ?$$

d. i. zu 746, ſo wie hieraus deſſen Dichte zu $\frac{1}{746}$ oder 0,00134.

Eine andere wichtige Frage iſt die ob die zur Konſtituirung des Dampfes der Umgebung entnommene und durch das Thermometer nicht erkennbare, oder gebundene latente Wärme bei jeder Temperatur des Dampfes dieſelbe ſei oder nicht.

Die Phyſiker Southern, Crighton u. a. ſtimmen für erſtere Annahme, und zwar wollen dieſelben gefunden haben, daß die latente Wärme des Dampfes 440° R, 550 C oder 990 F betrage, wogegen Watt, Clement und ganz neuerdings Pambour behaupten, daß nicht die latente Wärme, wohl aber die Summe der latenten und freien Wärme ſtets eine konſtante Größe, nämlich 520° R, 650 C oder 1170° F ſei. Aus letzterem würde folgen, daß über 1170° F kein eigentlicher Waſſerdampf mehr möglich iſt, weil ſodann die latente Wärme den Werth Null erhält; bei dieſer Temperatur müßte alſo der Dampf, ſo wie das Waſſer, woraus er entwickelt iſt, durch Wärme verhältnißmäßig ausgedehnt, gleiche Dichtigkeit haben, oder die Dämpfe müßten bloß ſtark ausgedehntes Waſſer ſein.

Jedenfalls kann dieſe wichtige Frage durchaus noch nicht als entſchieden angenommen werden, ja Dulong's neueſte noch nicht bekannten Unterſuchungen ſollen von beiden der vorigen Anſichten abweichende Reſultate gegeben haben. Indeſſen, da auch Pambours Verſuche an Lokomotiven die Wattſche Annahme zu beſtätigen ſcheinen, obwohl gerade in den gedachten Maſchinen der Dampf wegen der außerordentlich ſchnellen Bewegung beſonderen Geſetzen folgen möchte, ſo kann man wohl zuvörderſt bei der Verwendung des Dampfes in Dampfmaſchinen der Annahme folgen, daß die Summe der latenten und freien Wärme fortwährend eine konſtante Größe bildet.

Digitized by Google

So wie die Dichtigkeit des gesättigten Dampfes mit der Temperatur zunimmt, eben so ist dies mit der Spannkraft oder Elastizität der Fall und zwar will Dalton das allgemeine Gesetz aufgefunden haben, daß sie bei allen Arten von Dämpfen, von ihrem jedesmaligen Siedepunkte an gerechnet, für gleiche Zunahmen der Temperatur gleich sei. Direkte Versuche mit dem Wasserdampfe haben später hierüber so weit entschieden, als dies für die Verwendung des Dampfes zu gewerblichen und industriellen Zwecken immer nöthig ist, obwohl man sich, streng genommen, bis heute vergeblich bemüht hat, eine mathematische Formel aufzufinden, welche diese Abhängigkeit zwischen Spannkraft und Temperatur für alle Fälle finden ließe.

Die ausgedehntesten und sorgfältigsten Versuche genannter Art haben unstreitig die französischen Physiker Dulong und Arago angestellt. Dieselben maßen die Spannkraft des Dampfes durch wirkliche Quecksilbersäulen, die in Krystallglasröhrchen enthalten waren, welche zusammen eine Höhe von 80 Pariser Fußen bildeten. Diese Versuche lieferten Resultate von dem Drucke einer Atmosphäre bis zu den von 24 Atmosphären und zwar so, wie dieselben in nachstehender Tabelle enthalten sind.

Elastizität des Wasserdampfes, den Druck der Atmosphäre zur Einheit genommen.	Korrespondirende Temperatur in Fahrenheit'schen Graden.	Elastizität des Wasserdampfes, den Druck der Atmosphäre zur Einheit genommen.	Korrespondirende Temperatur in Fahrenheit'schen Graden.
1	212°,00	13	380,66
1½	233,96	14	386,94
2	250,52	15	392,86
2¼	263,84	16	398,48
3	275,18	17	403,82
3½	285,08	18	408,92
4	293,72	19	413,78
4½	301,28	20	418,46
5	308,84	21	422,96
5½	314,24	22	427,28
6	320,36	23	431,42
6½	326,26	24	435,56
7	331,70	25	439,34
8	341,78	30	457,16
9	350,78	35	472,73
10	358,88	40	486,59
11	366,85	45	499,13
12	374,00	50	500,60

Andere Physiker, wie z. B. Arzberger und Robinson, haben die Expansivkraft des Dampfes durch die Kraft gemessen, welche zum Heben eines mit einem Hebel verbundenen Ventiles nöthig ist; doch gestattet diese Methode nicht diejenige Genauigkeit, welche dem Messen mit Quecksilbersäulen entspricht.

Da die Versuche von Dulong und Arago nicht die Dämpfe unter einer Atmosphäre Spannung in sich begreifen, auch mit der Erfahrung am vollkommensten für Dampf von mehr als 4 Atmosphären Spannung übereinstimmen, so benutzt man zur Ermittlung der Spannkräfte für diese Fälle mathematische Formeln, unter welchen die von Southern für Dämpfe unter 1 Atmosphäre Spannung und die von Tredgold von 1 bis 4 Atmosphären am brauchbarsten sind.

Auf solche Weise ist nachstehende, aus Pambour's Werke über Dampfmaschinen entlehnte Tabelle als entstanden anzusehen, welche zugleich die früher erwähnten relativen Volumen gesättigten Dampfes aufge-

Digitized by Google

führt enthält, wie solche bestimmten Spannkräften und Temperaturen entsprechen.

Dampfdruck in engl. Pfunden auf den Quadratzoll Fläche.	Korrespondirende Temperatur nach Graden des Fahrenheit'schen Thermometers.	Relatives Dampfvolumen.	Dampfdruck in engl. Pfunden auf den Quadratzoll Fläche.	Korrespondirende Temperatur nach Graden des Fahrenheit'schen Thermometers.	Relatives Dampfvolumen.
1	102,9	20954	38	265,3	710
2	126,1	10907	40	268,4	677
3	141,0	7455	42	271,4	647
4	152,3	5695	44	274,3	620
5	161,4	4624	46	277,1	596
6	169,2	3901	48	279,7	573
7	176,0	3380	50	282,3	552
8	182,0	2985	55	288,4	506
9	187,4	2676	60	294,1	467
10	192,4	2427	65	299,1	434
11	197,0	2222	70	304,2	406
12	201,3	2050	75	308,9	381
13	205,3	1903	80	313,5	359
14	209,0	1777	85	317,8	340
15	213,0	1669	90	321,9	323
16	216,4	1572	95	325,8	307
18	222,6	1410	100	329,6	293
20	228,3	1280	105	333,2	281
22	233,6	1172	120	343,3	249
24	238,4	1082	135	352,4	224
26	243,0	1005	150	360,8	203
28	247,2	939	180	375,6	173
30	251,2	882	195	382,3	161
32	255,0	831	210	388,6	150
34	258,6	786	225	394,6	141
36	262,0	746	240	400,2	133

Bisher ist beinahe ausschließlich nur von dem Wasserdampfe die Rede gewesen, der Analogie nach darf man aber annehmen, daß alle festen und tropfbarflüssigen Körper der Natur sich zuletzt in Dampf verwandeln würden, wenn man eine beliebige hohe Temperatur künstlich hervorbringen könnte.

So hat man auch von einigen Substanzen Dichte, latente Wärme und Elastizität des Dampfes mit eben der Sorgfalt wie beim Wasserdampfe zu bestimmen gesucht. Beispielweise führen wir Alkohol und Schwefeläther-Dämpfe an.

	Dichte gegen atmosph. Luft	Latente Wärme	Expansivkraft in Atmosphären bei 212° F.
Alkoholdämpfe .	1,613	456,8° F.	1,82
Schwefeläther-dämpfe . . .	2,586	334,4° F.	6,07

Alles Weitere über diesen Gegenstand lassen wir unbeachtet, da für gewöhnliche Fälle nur Wasserdämpfe in Anwendung kommen.

Digitized by Google

Die Verwendung des Wasserdampfes ist aber in neuster Zeit so mannichfach geworden, daß hier nur die vorzüglichsten Fälle angedeutet werden können.

Die Expansivkraft des Wasserdampfes benutzt man, wie schon früher bemerkt, zum Betriebe der Dampfmaschinen und worüber in dem Artikel „Dampfmaschine“ nachzusehen ist. Die latente Wärme des Dampfes benutzt man, um schnell, leicht und besonderen Zwecken entsprechend, zu erwärmen. So leitet man Wasserdämpfe durch Röhren in Zimmer und andere Räume, was besonders von Wichtigkeit ist, wenn man eine gleichmäßige Temperatur bedarf und das Anbrennen verhüten muß, wie z. B. beim Trocknen gefärbter Zeuge, des Papiers, des Pulvers, dem Darren des Malzes ꝛc. Eben so verwendet man den Wasserdampf zum Kochen von Wasser und anderen Flüssigkeiten. In diesen Fällen leitet man denselben entweder direkt in die betreffende Flüssigkeit, wie in den Färbereien, Badeanstalten ꝛc., oder man führt ihn in spiralförmig gewundenen Röhren mitten durch die flüssige Massen, oder wohl auch zwischen doppelte Böden, wie in den Brauereien und Zuckerfabriken.

Erhitzt man eine Menge Wasser durch direkte Einführung von Dampf, so ist zuweilen die dabei eintretende Vermehrung der Masse zu beachten. Ein Pfund Wasserdampf kann nämlich $5\frac{1}{2}$ Pfd. Wasser von 0° R oder 32° F bis zu 80° R oder 212° F erhitzen. Läßt man daher die Wärme, welche die Gefäße aufnehmen, unbeachtet, so würde man, den Dampf, von der Temperatur 212° F, eines Pfundes Wasser in $5\frac{1}{2}$ Pfd. Wasser von 32° F geleitet, $6\frac{1}{2}$ Pfd. bis zum Sieden erhitztes Wasser erhalten.

Da der Dampf so bedeutende Hitze bei geringer Feuchtigkeit enthält, so leistet er auch treffliche Dienste, um Substanzen ohne Wasser zu kochen oder aufzulösen. So werden Kartoffeln u. s. w. gekocht, indem man sie, in Behältern eingeschlossen, eine Zeit lang vom Dampfe durchdringen läßt.

Eben so benützt man ihn als Auflösungsmittel des Schmutzes, beim Waschen der Wäsche, der färbenden Stoffe neuer Zeuge, zum Vorarbeiten des Bleichens ꝛc.

Wollenen Tüchern gibt man eine schönere Appretur, indem man sie auf blechernen, mit einer Menge kleiner Löcher versehenen Zylinder aufrollt, und dann in die Zylinder eine Zeit lang Dampf einströmen läßt.

In den Zeugdruckereien bedient man sich des Wasserdampfes mit besonderem Vortheile zum Fixiren der aufgedruckten Farben, die ohnedem, und namentlich bei Baumwollstoffen, sehr wenig haften, durch die Einwirkung des Dampfes aber eine solche Haltbarkeit bekommen, daß gegenwärtig diese Applikationsfarben fast gar nicht den weit kostbarer ausgeführten nachstehen.

Endlich benutzt man auch den Wasserdampf zum Eindämpfen des Holzes, was in entsprechenden Behältern vorgenommen, dasselbe vor dem Moder und dem Verziehen bewahrt.

Dampfmaschine (machine à vapeur, steam – engine) wird diejenige Maschine genannt, welche durch Aufnahme des Wasserdampfes eine mechanische Wirkung zu erzeugen vermag.

Will man eine Vorrichtung, bei welcher der Wasserdampf überhaupt nur eine Bewegung hervorzubringen im Stande ist, schon eine Dampfmaschine nennen, so gebührt Hero von Alexandrien (circa 100 Jahre vor Christo) der Erfinder der Dampfmaschinen genannt zu werden. Derselbe konstruirte nämlich eine hohle Metallkugel, die mit Wasserdampf gefüllt durch Rückwirkung des aus ihr strömenden Dampfes in eine drehende Bewegung versetzt wurde. So sinnreich indeß diese Vorrichtung war, und so oft das Prinzip derselben später wieder hervorgezogen wurde, so scheint es doch, daß auf diesem Wege niemals ein wirklicher mechanischer Effekt oder mechanische Wirkung erzeugt worden ist, noch je erzeugt werden wird.

Digitized by Google

Die erste Idee zur Konstruktion der Dampfmaschine, im Sinne der obigen Erklärung, finden wir in einer weit späteren Zeit, nämlich in der zweiten Hälfte des 17ten Jahrhunderts.

So veröffentlichte 1663 der englische Marquis von Worcester eine Schrift unter dem Titel: A Century of Inventions etc., in welcher entfernte Andeutungen den Dampf zur Hervorbringung mechanischer Wirkungen zu benutzen zu finden waren. Im Jahre 1682 suchte ein gewisser Samuel Moreland bei Ludwig den 14ten von Frankreich Unterstützung zum Bau von Maschinen, um Wasser mittelst Dämpfen zu heben; auch waren denselben schon die wichtigsten Eigenschaften des Wasserdampfes bekannt, indem er unter anderen angab, daß Wasser als Dampf einen ungefähr 2000 Mal so großen Raum einnimmt. Beide genannten Männer brachten indeß niemals eine wirkliche Maschine zur Ausführung was seinen natürlichen Grund jedenfalls darin hatte, daß ihnen zwar der außerordentliche Druck bekannt war, den eingeschlossene Dämpfe auszuüben vermögen, nicht aber Mittel durch denselben eine fortdauernde Bewegung hervorzubringen.

In letzterer Beziehung war es nämlich nöthig die große Kraft des Dampfes nicht nur zu erzeugen, sondern auch wieder vernichten oder den Dampf verdichten zu können. Die erste bestimmte Idee dieser Art wurde aber von dem Franzosen Papin, der zu Marburg in Hessen lebte, ausgesprochen. Derselbe hatte bereits seit 1680 viele Versuche über die Wirkung eingeschlossener Dämpfe angestellt, auch den noch heute nach ihm benannten Digestor, so wie auch das so hoch wichtige Sicherheitsventil erfunden, als er später auch auf den Gedanken kam den Dampf in einem Zylinder auf eine Art Kolben wirken zu lassen. Er bedeckte nämlich den Boden des Zylinders mit einer Schicht Wasser, verwandelte letzteres in Dampf, indem er den Zylinder über Feuer setzte, und trieb so den Kolben in die Höhe. Durch Entfernung des Feuers, oder des Zylinders von letzterem, bewirkte er eine Verdichtung des Dampfes, so daß die atmosphärische Luft auf den Kolben des oben offenen Zylinders wirken und diesen herabdrücken konnte.

Versuche dieser Art wurden von Papin in den Actis Lipsiensibus für das Jahr 1690 veröffentlicht.

Ungefähr um dieselbe Zeit war aber ein englischer Kapitän mit Namen Savery auf ähnliche Ideen gekommen und hatte bereits mehrere Maschinen wirklich ausgeführt, als er 1696 eine Beschreibung derselben herausgab.

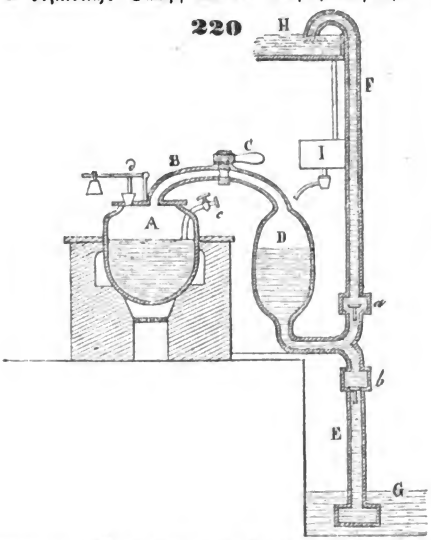
Welchen der beiden genannten Männer die Priorität der Erfindung gebührt, möchte schwer zu entscheiden sein, vielmehr wird man annehmen müssen, daß sie von beiden zugleich gemacht wurde. Saverys Maschine unterschied sich nämlich, dem Prinzipe nach, insofern von der Papins, daß er zur Wirkung des Dampfes keinen Kolben benutzte, auch die Kondensation des Dampfes weit bequemer und schneller zu bewerkstelligen wußte. Wie dem aber auch sein mag, weiß man doch bestimmt, daß Papin vor Savery seine Maschine nie wirklich anwandte, letzterem also die Erbauung der ersten Dampfmaschine im Großen unbedingt gebührt.

Savery machte später von Papins Sicherheitsventil Gebrauch und mit dieser Einrichtung ist Fig. 220 seine Maschine dargestellt. A ist der Kessel zur Entwicklung der Dämpfe, B ein Rohr zum Abführen derselben, und C ein Hahn um die Fortleitung beliebig herzustellen oder unterbrechen zu können. D ist ein Behälter, der mit dem Kessel und der Röhre E F in Verbindung steht. Von letzterer dient der untere Theil E als Saugröhre, der obere F als Steigröhre für das aus dem Brunnen oder Sumpfe G nach H zu hebende Wasser. a und b sind entsprechende Ventile, welche dem Wasser nur eine aufwärts gerichtete Bewegung gestatten. c ist ein Probirhahn für die Dämpfe im Kessel und d das Sicherheitsventil des letzteren.

Die Wirkung der Maschine sieht man leicht ein. Haben sich genug Dämpfe in A entwickelt, so öffnet man den Hahn C und füllt D mit Dampf. Hierauf schließt man C und läßt kaltes Wasser, von J aus,

Digitized by Google

auf die Außenwände des Behälters D gelangen. Hierdurch verdichtet ſich der in D befindliche Dampf und es entſteht daſelbſt ein luftver-



dünnter Raum, der aber ſogleich mit Waſſer gefüllt wird, indem die äußere Luft daſſelbe von G aus in die Röhre E hinaufdrückt.

Oeffnet man ſodann den Hahn C von Neuem, ſo nöthigt der Druck des hinzuſtrömenden Dampfes das in D befindliche Waſſer in der Röhre, F aufwärts zu ſteigen und endlich in den Behälter H auszugießen.

Später ſuchte Savery ſeine Maſchine dadurch zu verbeſſern, daß er zwei Keſſel und zwei Behälter D mit einander verband, ſo daß die Wirkung möglichſt ununterbrochen Statt finden konnte.

So ſinnreich aber auch Saverys Maſchine im Allgemeinen war, ſo führte ſie doch unverkennbare Uebelſtände mit ſich. Nicht nur, daß ſie eine außerordentliche Menge Brennmaterial verbrauchte und in ſehr großen Dimenſionen ſchwer zu konſtruiren war, konnte man auch mit derſelben das Waſſer nur auf eine geringe Höhe heben.

Natürlich war es daher, daß man ſich mit der Vervollkommnung der Saveryſchen Maſchine vielſeitig beſchäftigte und namentlich dahin zu gelangen ſuchte, Pepins erſte Idee einer Kolbenmaſchine an jener zu verwirklichen.

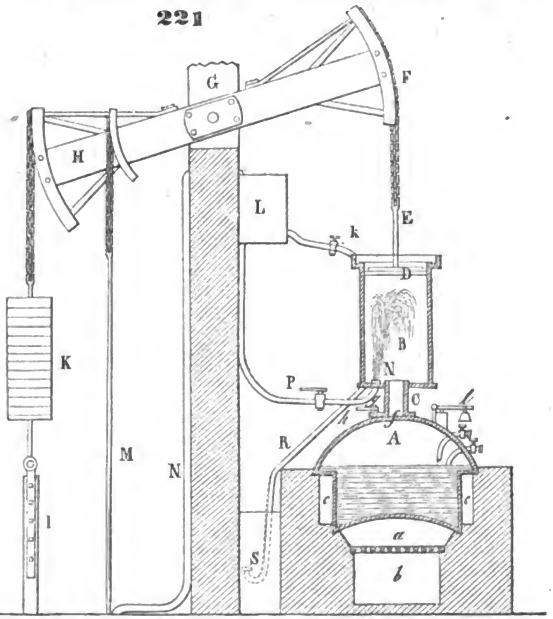
Vollſtändig gelang dieſes zuerſt zwei Engländern, einem Eiſenſchmidt Thomas Newcomen und einem Glaſer John Cawley und ſie ſind in der That als diejenigen zu betrachten, denen man die Einführung der mit Kolben wirkenden Dampfmaſchinen zu verdanken hat.

Da Savery vermöge eines Patents das alleinige Recht beſaß durch Verdichtung des Dampfes einen luftverdünnten Raum zu erzeugen, ſo verbanden ſich Newcomen und Cawley mit ihm, indem ſie 1705 ein Patent, auf alle drei Namen lautend, nahmen, „um unter den Kolben geführten Dampf zu kondenſiren und eine abwechſelnde Bewegung durch ſeine Verbindung mit einem Hebel hervorzubringen.“

Die Einrichtung dieſer, ſpäter nur nach Newcomen, oder auch atmoſphäriſche genannte Maſchine, gewährt nicht allein den Vortheil, daß, wenn man mit derſelben Waſſer heben wollte, der Dampf damit gar nicht in Berührung kam, ſondern daß mit ihr zugleich die Möglichkeit zur Hervorbringung jeder Bewegung gegeben war, und deshalb alle bis auf den heutigen Tag erfundenen Dampfmaſchinen mit Kolben als aus dieſer hervorgegangen zu betrachten ſind.

Newcomens Maſchine iſt Fig. 221 dargeſtellt, jedoch mit der Ab-

221



änderung, daß das Kondenſationswaſſer nicht von außen aufgegoſſen, ſondern in den Zylindern geſpritzt wird, eine Verbeſſerung, die Newkomen erſt ſpäter anbrachte.

A iſt der eingemauerte Keſſel, der über dem Feuerheerde a ſteht. Unter dem Roſte des letzteren befindet ſich der Aſchenraum b und c c ſind zwiſchen Keſſel und Mauerwerk angebrachte Heizkanäle. Etwas über dem Keſſel iſt der oberhalb offene, unterhalb aber mit einem Boden verſehene Metallzylinder B angebracht und deſſen Verbindung mit dem Keſſel durch ein Rohr C hergeſtellt iſt. Die untere Oeffnung dieſes Rohres kann durch eine Platte k geſchloſſen werden, wozu letzterer eine horizontale Drehung um eine vertikale Achſe g gegeben iſt und die mittelſt eines Griffes h bewirkt wird.

D iſt ein Kolben, der genau in den Zylinder paßt und deſſen Dichtung noch dadurch vermehrt wird, daß ein dünnes Rohr k fortwährend kaltes Waſſer auf ſeine obere Fläche führt.

Der Kolben iſt mit dem einen Ende einer Stange C in Verbindung gebracht, die an ihrem andern Ende eine Kette aufnimmt, welche über

einen Bogen F des doppelarmigen Hebels F G H gelegt ist und so die Bewegung des Kolbens auf genannten Hebel oder den Balanzier überträgt.

An dem entgegengesetzten Ende H des Balanziers ist ein zweiter Bogen befindlich, welcher die Kolbenstange J einer Pumpe aufnimmt, die mittelst der Maschine zum Wasserheben verwendet wird. Um das Aufsteigen des Dampfkolbens zu erleichtern und zugleich die Bewegung einigermaßen gleichförmig zu machen, ist an der Pumpenkolbenstange ein Gegengewicht K angebracht.

L ist ein Behälter für das Kondensations- oder Injektionswasser, der durch eine Druckpumpe M mit Wasser versehen wird, welches letztere in der Röhre N aufsteigt. Von L aus geht ein zweites Rohr P nach dem Boden des Zylinders herab, und mündet in letzteren, indem dabei die Oeffnung mit einer siebartig durchlöcherten Platte überdeckt ist.

Vom Zylinderboden geht ein Rohr R zur Abführung des verdichteten Wassers nach einem Behälter S, woselbst seine Oeffnung mit einem entsprechenden Ventile versehen ist.

Das Spiel der Maschine ist nun einfach folgendes. Ist der Kolben bis zum Boden des Zylinders herabgedrückt, im Kessel eine gehörige, der Belastung des Ventils l an Spannung entsprechende Menge Dampf entwickelt, und öffnet man sodann den Dampfschieber f, so wird der Kolben eine aufwärts gerichtete Bewegung annehmen. Hat derselbe das obere Ende des Zylinders erreicht, so schließt man den Schieber f wieder, öffnet dafür den Hahn P. durch welchen kaltes Wasser bei N in den Zylinder gespritzt und der vorher eingeführte Dampf verdichtet wird. Vermöge des hierdurch entstehenden luftverdünnten Raumes kann der auf die obere Fläche des Kolbens wirkende Atmosphärendruck denselben herabtreiben, welcher Bewegung der Balanzier F H folgen, die Pumpenstange I aufwärts steigen, und Wasser aus der Tiefe gehoben werden wird.

Die Bewegung der Hähne und des Dampfschiebers erzeugte man anfangs durch die Hand, bis ein Knabe, Humphry Potter, der als Wärter einer solchen Maschine dem Geschäfte keinen Geschmack abgewinnen konnte, auf den Gedanken kam, die Handgriffe der Hähne und Schieber durch Schnüre mit dem Balanzier zu verbinden, und von ihm bewegen zu lassen.

Ungeachtet dieser Verbesserung war die Newkomen'sche Maschine in vielen Beziehungen immer noch sehr unvollkommen, wohin namentlich die Kondensation des Dampfes im Zylinder der Maschine gerechnet werden mußte, indem hierdurch nicht nur ein sehr beträchtlicher Theil Wärme verloren ging, sondern im Zylinder auch nie eine vollständige Abkühlung erreicht werden konnte.

Alle Bemühungen die man anwandte um diese Grundfehler der neuen Dampfmaschine zu heben, blieben fruchtlos, und ihre Einrichtungen während beinahe 70 Jahren dieselbe.

Da erschien der geniale Watt (1736 zu Greenock in Schottland geboren), dem es aufbehalten war, die Dampfmaschine zu einem solchen Grade der Vollkommenheit zu bringen, daß man selbst bis auf den heutigen Tag nicht im Stande gewesen ist, größere und wesentliche Verbesserungen in den Haupttheilen der Maschine zu machen. Mit vollem Rechte betrachtet man daher Watt als den zweiten Erfinder, oder besser als den eigentlichen Schöpfer der Dampfmaschine von der Form und Einrichtung, wie wir sie jetzt beinahe in allen Zweigen der Industrie nutzbar verwenden.

Watts wesentliche Verbesserungen bestanden in Folgenden:

Erstens brachte er einen sogenannten Kondensator in Anwendung, oder einen Behälter, wo der auf den Kolben gewirkte Dampf getrennt vom Zylinder kondensirt werden konnte, verband auch hiermit die später zu beschreibende Luftpumpe.

Digitized by Google

Zweitens, schloß er den bisher immer oberhalb offenen Zylinder durch eine Platte, brachte in der Mitte derselben eine kreisrunde Oeffnung für den Durchgang der Kolbenstange an, und dichtete erstere mit Hilfe der sogenannten Stopfbüchse, einen hohlen Metallzylinder, der mit festgepreßtem und in Fett getränkten Hanf oder Werg gefüllt ist.

Die Wirkung des Atmosphärendruckes fiel hierdurch ganz weg.

Drittens, erfand er den Krumzapfen und das Planetenrad, wodurch die geradlinige Bewegung der Maschine in eine kreisförmige umgesetzt werden konnte; auch soll er das Schwungrad eingeführt haben.

Viertens, gab er zuerst das sogenannte Parallelsgramm oder eine sinnreiche rahmenförmige Verbindung von kurzen Eisenstangen an, wodurch die Kolbenstange möglichst senkrecht geführt wird.

Fünftens, führte er das Centrifugalpendel ein, um den Dampfzufluß aus dem Kessel zur Maschine nach Umständen zu reguliren, brachte ferner Manometer und andere Judikatoren an, um in Kessel, Zylinder und Kondensator die Dampfspannung messen zu können.

Sechstens, verbesserte er Kessel und Ofeneinrichtung so, daß das Brennmaterial weit nutzbarer, als früher, verwandt wurde.

Außer diesen Verbesserungen wies Watt auch schon auf den Nutzen hin, welche Dampfmaschinen gewähren würden, wenn man den Dampfzufluß absperrte, ehe der Kolben seinen ganzen Weg im Zylinder zurückgelegt hat, so daß er auch als Erfinder der später zu beschreibenden Dampfmaschine mit Absperrung oder Expansion zu betrachten ist. Ferner konstruirte er Maschinen, bei welchen der Dampf sogleich ohne Umsetzungsmittel eine drehende Bewegung bewirkt, oder so genannte rotirende Dampfmaschinen.

Watts ersten Maschinen waren solche, wobei der Dampf nur den Niedergang des Kolbens erzeugte, oder *einfach wirkende*, der Aufgang aber dadurch hervorgebracht wurde, daß man, wenn der Kolben den Boden des Zylinders erreicht hatte, den Dampfzufluß absperrte, und den vorher eingeführten Dampf sodann über und unter den Kolben treten ließ, der Druck zu beiden Seiten sich also aufhob. Ein am andern Ende des Balanziers angebrachtes Gegengewicht, nebst den daselbst zum Wasserheben befindlichen Pumpengestänge, konnte daher das Aufsteigen des Kolbens leicht bewirken.

Eine solche einfach wirkende Wattsche Dampfmaschine zeigt Fig. 222. A ist der Hauptzylinder in welchem sich der Kolben B dampfdicht bewegt. C, die genau rund abgedrehte Kolbenstange, und D, die vorher erwähnte Stopfbüchse, Durch eine im Zylinderdeckel angebrachte Oeffnung mit Trichter läuft fortwährend geschmolzenes Fett oder Oel auf den Kolben, wodurch der Anschluß desselben an die Zylinderwände erhöht wird. EE, sind durch ein Rohr F, verbundene Kästen oder Büchsen, welche Ventile (Steuerungventile) x, y und z enthalten, die das Ab- und Zuführen des Dampfes möglich machen. Die entsprechende Bewegung der Ventile geschieht mittelst Klinken u, v und w.

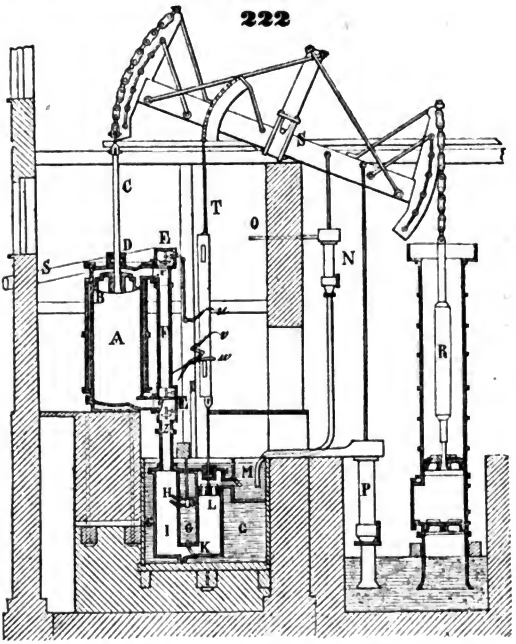
Unter dem Zylinder befindet sich ein mit kaltem Wasser gefüllter Behälter G, in welchem der Apparat zum Verdichten des gewirkten Dampfes oder der Kondensator I steht. In die Seitenwand des letzteren mündet das mit einer siebartigen Platte bedeckte Ende einer Röhre H, durch welche, je nach dem ein dabei angebrachter Hahn (Injectionshahn) geöffnet wird, mehr oder weniger kaltes Wasser in den Kondensator gespritzt wird.

K ist eine mit Ventil oder Klappe versehene Röhre, durch welche das durch die Kondensation des Dampfes gebildete Wasser und die dabei entwickelte Luft in den Stiefel L einer Saugpumpe, der Luftpumpe, tritt, und von dieser nach einem Behälter M geführt wird. In letzterem mündet das Saugrohr einer Pumpe N, (der Warmwasser- oder Speisepumpe), welche durch das in M befindliche warme Wasser den Dampfkessel fortwährend speißt, und wozu noch ein Leitungsrohr O

Digitized by Google

angebracht iſt. P iſt eine andere Pumpe (Kaltwaſſerpumpe), wodurch dem Behälter G kaltes Waſſer zugeführt wird.

222



Alle übrigen Theile der Maſchine ſtimmen mit der ſchon beſchriebenen Maſchine Fig. 221 überein, ſo das Gegengewicht R an der Stange der Waſſerhebungspumpe, der Balanzier S ꝛc., und bedürfen demnach keiner weitern Erklärung.

Was die Bewegung der Maſchine betrifft, ſo muß, ehe dieſelbe beginnt, alle Luft, welche Zylinder, Kondenſator und Verbindungsröhren füllt, herausgetrieben werden. Hierzu öffnet man die drei Ventile x y und z zugleich, ſo daß der durch die Röhre S vom Dampfkeſſel herbeigeführte Dampf in die Büchſe E eintreten, und alle Räume füllen kann. Die Luft, welche der Dampf dabei vor ſich treibt, entweicht dabei theils durch das Ventil K, theils durch eine beſondere Röhre am Kondenſator, dem Ausblaſerohre, welche an ihrem Ende durch ein ſich nach auswärts öffnenden Ventil geſchloſſen wird. Man erkennt hiebei leicht, wie alle Räume, in welchen der Dampf zu wirken hat, zugleich entſprechend vorgewärmt werden müſſen.

Nach dieſer Vorbereitung gibt man den Steuerungsventilen die in der Figur angegebene Stellung, d. h. man öffnet x und z und ſchließt y, läßt auch zugleich durch den Injectionshahn H kaltes Waſſer in den Kondenſator treten.

Da hierdurch der unter dem Kolben befindliche Dampf verdichtet wird, der neu zugeführte Dampf aber auf die obere Fläche des Kolbens drücken kann, ſo muß der letztere herabgehen. Vermöge der Ver-

Digitized by Google

bindung folgt dieser Bewegung auch die Luftpumpenstange T, die hier zugleich auch Steuerungsstange der Ventile ist, wogegen die Pumpen N, P und R aufsteigen werden. An der Stange T sind nun entsprechend Vorsprünge, Knöpfe oder Warzen angebracht, die so auf die Klinken oder Hebel u v und w wirken, daß sich die Ventile x und z schließen, dagegen aber y (das so genannte Gleichgewichtsventil) öffnet, wenn der Kolben bis zum Boden des Zylinders herabgegangen ist. Hat daher der Kolben den untersten Platz erreicht, so kann sich der Dampf durch den Kanal F über und unter denselben verbreiten, und die obere und untere Fläche gleich stark pressen. In diesem Zustande vermag aber das am andern Balanzier-Ende befindliche Gegengewicht den Kolben eine aufwärts gerichtete Bewegung zu geben, da es in der That keine andere Kraft aufzuwenden hat, als die, welche nöthig ist, um die Kolbenreibung an den Zylinderwänden zu überwinden, und den Dampf im obern Raume durch F nach dem untern drücken.

Hat aber der Kolben das obere Zylinderende wieder erreicht, so sind zugleich die Klinken u, v und w durch die Steuerstange so bewegt worden, daß die Ventile die in der Figur angegebene Stellung wieder einnehmen, und das vorige Spiel von Neuem beginnt.

So zweckmäßig die einfach wirkende Wattsche Maschine für das Heben von Wasser und Salzsoolen selbst heute noch ist, so beinahe unbrauchbar wird dieselbe zur Verrichtung anderer mechanischer Arbeiten. Die meisten industriellen Zwecke machen das Umsetzen der geradlinigen Kolbenbewegung in eine kreisförmige nothwendig, was bei der einfach wirkenden Maschine zwar möglich ist, aber, wenn die erzeugte Bewegung eine sehr gleichförmige sein soll, nur dann erreicht werden kann, wenn man eine außerordentliche große träge Masse (das Schwungrad) mit in die Kreisbewegung versetzt. Um aber eine solche Masse zu bewegen, muß der Maschine eine Menge Kraft verloren gehen, die sonst auf Nutzarbeit hätte verwandt werden können; der dabei entstehenden größern Abnutzung der Wellzapfen und Lager noch nicht zu gedenken.

Watts Genie erkannte diese Uebelstände bald, und sie führten ihn zur Erfindung der doppeltwirkenden Dampfmaschine. Bei dieser bewirkt der Dampf sowohl das Auf- als Niedergehen des Kolbens, das Gegengewicht wird ganz unnöthig und die vorgenannte träge Masse, welche man wegen einer gleichförmigen Kreisbewegung anzubringen hat, kann von weit geringerem Gewichte sein.

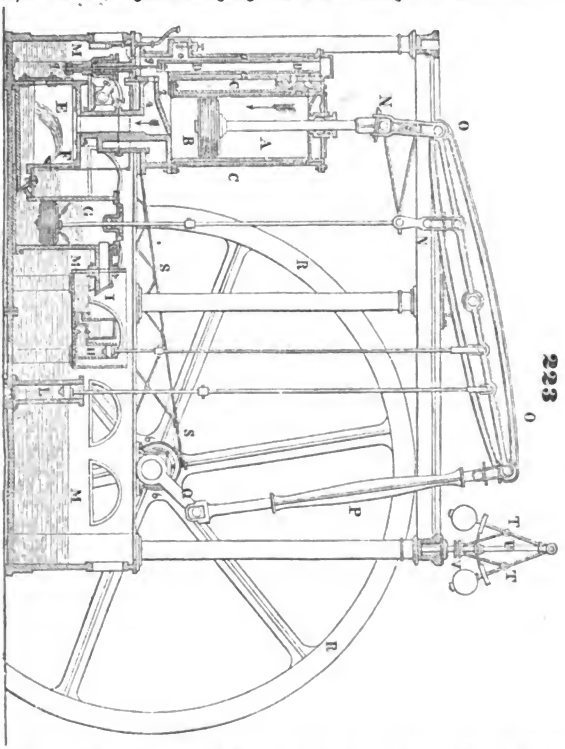
Im Jahre 1782 erhielt Watt ein Patent auf die doppeltwirkende Maschine, und von dieser Zeit an tritt die Dampfmaschine als für alle industrielle Zweige brauchbar auf.

Eine Abbildung der doppeltwirkenden Dampfmaschine zeigt Fig. 223, und zwar mit der von dem Engländer Murray 1799 angebrachten Verbesserung, die Steuerung nicht durch Ventile, sondern durch einen Schieber zu bewirken, welcher wegen der Gestalt seines Querschnitts, der einem lateinischen D gleicht, gewöhnlich D Schieber genannt wird.

A ist der Dampfzylinder mit dem Kolben B, C ein Mantel, welcher dem Zylinder A umgibt, der dadurch gebildete Raum (zwischen A und B) wird mit Dampf gefüllt, oder zur Aufnahme schlechter Wärmeleiter benutzt. D D ist der oben angeführte Dampfschieber, der an beiden Enden, oben und unten, offen ist, und die Zylinderöffnungen 1 und 2 übergreift. Derselbe wird durch einen entsprechenden Mechanismus so gestellt, daß er den Dampf abwechselnd über und unter den Kolben zu treten gestattet. Ueberdies ist dabei ein innerer Raum D, und ein äußerer weiterer a a zu unterscheiden. E ist der Kondensator, welcher mit dem Zylinder durch eine Röhre 4 in Verbindung steht. F ist der Injectionshahn, G die Luftpumpe, welche den kondensirten Dampf und die dabei entwickelte Luft dem Behälter I zuführt. K ist die Warmwasser- und L die Kaltwasserpumpe, welche letztere den Behälter M mit Wasser versieht.

Digitized by Google

N iſt das ſchon früher angeführte Parallelogramm, welches die möglichſt ſenkrechte Kolbenſtangen-Bewegung auf den Balanzier O überträgt.



223

P iſt eine Lenk- oder Schubſtange, welche einerſeits mit dem Balanzier O, anderſeits mit dem Endpunkte oder der Warze des Krummzapfens Q verbunden iſt. Letzterer iſt nebſt dem Schwungrade R auf die Welle gekeilt, von welcher aus die Bewegung beliebig fortgepflanzt werden kann.

Auf der Schwungradrolle iſt überdies eine kreisförmige, doch außer ihrem geometriſchen Mittelpunkte befeſtigte Scheibe (exzentriſche Scheibe) angebracht, die ſich während der Bewegung der Welle mit ſanfter Reibung innerhalb eines Ringes dreht, der mit dem rahmenförmigen Schieber S einen Körper ausmacht.

Mit dem andern Ende des Schiebers S iſt der Arm 7 eines Winkelhebels in Verbindung gebracht, deſſen zweiter Arm 8 auf die Vertikalſtange z wirkt, welche mit ihrem oberen Ende an dem D Schieber befeſtigt iſt.

Das Spiel der Maſchine iſt folgendes:

Der von dem Keſſel kommende Dampf wird in den ringförmigen Raum geleitet, der zwiſchen Zylinder A und Mantel C ſichtbar iſt. Von da

Digitized by Google

aus geht derſelbe durch den Kanal 3 und von hier, bei der Stellung des Schiebers D, wie ſie die Figur zeigt, durch die Oeffnung 1 über den Kolben B Zu gleicher Zeit iſt der unter dem Kolben befindliche Dampf durch die Kanäle 2 und 4 mit dem Kondenſator E in Verbindung geſetzt, woſelbſt er verdichtet und ſo dem Kolben der Niedergang geſtattet wird. Iſt der Kolben (beinahe) bis zum Zylinderboden herabgegangen, und hat dabei das Schwungrad eine halbe Umdrehung gemacht, ſo wird der Rahmenſchieber S nach links bewegt, hierdurch der Hebelarm 7 nach derſelben Richtung, der Arm 8 abwärts gedreht. Bei dieſer Bewegung wird aber die Stange g und mit ihr der D Schieber niedergezogen und es nimmt letzterer eine ſolche Stellung an, daß der Dampf über den Kolben durch den Kanal 1 und den hohlen Raum des D Schiebers mit der Oeffnung 4 zum Kondenſator in Verbindung gebracht, die aber des letzteren mit dem Dampfe unter dem Kolben, aufgehoben iſt.

Ferner kann der neue Dampf durch die Kanäle 3, a, a und 2 unter den Kolben treten, ſo daß dieſer zur aufwärts gerichteten Bewegung genöthigt wird.

Hat der Kolben (beinahe) das obere Zylinderende erreicht, das Schwungrad aber die zweite Hälfte einer Umdrehung gemacht, ſo wird der Rahmenſchieber und mit ihm der Hebelarm 7 nach rechts gezogen, der Hebelarm 8 aber geht nebſt der Stange g aufwärts, letztere verſetzt den D Schieber wieder in die anfängliche Stellung, wie unſere Figur zeigt, und das Spiel der Maſchine beginnt von Neuem. Die geſetzmäßige Bewegung aller vorhandenen Pumpen erfolgt ſo wie bei der einfach wirkenden Wattſchen Maſchine angegeben wurde und bedarf jedenfalls keiner weiteren Auseinanderſetzung. Wohl aber wird noch Einiges über die Einrichtung und Wirkung des Dampfzufluß-regulators oder des Zentrifugalpendels (Moderators) T, geſagt werden müſſen.

U iſt eine vertikal ſtehende Spindel oder Welle, welche ſich in dieſer Stellung auf ihrem untern Ende drehen kann, an ihrem obern Ende aber zwei Ruthen T, T aufnimmt, die daſelbſt durch einen Bolzen verbunden und zugleich um dieſen beweglich ſind. Die freien Enden der Ruthen tragen gewichtige Kugeln und von der Mitte der erſteren gehen Stäbe nach einer Hülſe V herab, die ſich auf der Spindel U auf- und abſchieben läßt, zugleich aber auch der Umdrehung derſelben folgen muß.

Bei einer ſchnellen Drehung der Spindel werden ſich die Kugeln, vermöge der eintretenden Zentrifugal- oder Fliehkraft von der Spindel zu entfernen ſtreben und dabei, vermöge der Verbindung die Hülſe V, längs der Spindel in die Höhe ziehen. Verbindet man daher die Hülſe mit einer Klappe des Rohrs, welches vom Keſſel aus der Maſchine den Dampf zuführt, und iſt dieſelbe ſo angeordnet, daß ſie beim tiefſten Stande der Kugeln, wo die Ruthen derſelben mit der Spindel gewöhnlich einen Winkel von 30 Graden einſchließen, völlig offen iſt, ſo erkennt man leicht, wie auf dieſe Weiſe der Dampfzufluß bei einem zu ſchnellen Gange der Maſchine vermindert, und dieſe auf den Normalzuſtand ihrer gleichförmigen Bewegung zurückgeführt werden kann. Zu bedauern iſt nur, daß ſpätere Erfahrungen gelehrt haben, daß dieſer Apparat kein Regulator, ſondern höchſtens ein Moderator genannt zu werden verdient, außerdem auch, zufolge der ganzen Einrichtung und Verbindung mit der Maſchine, gewöhnlich zu ſpät regulirt.

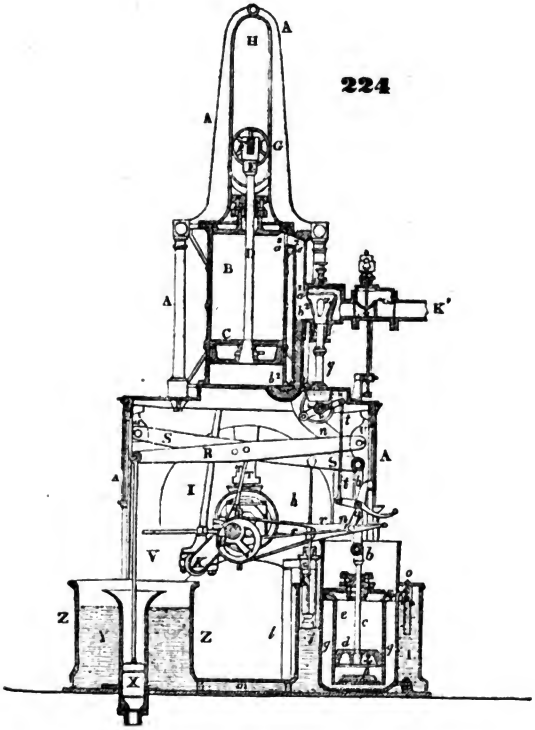
Die ſpäter nach Watt gemachten Abänderungen der doppelt wirkenden Dampfmaſchine bezogen ſich größtentheils auf Nebendinge, vor allem war man aber bemüht, dieſe Maſchine ſo zu konſtruiren, daß ſie den möglichſt kleinſten Raum einnimmt.

Aus letzterem Grunde ſuchte man namentlich den Balanzier zu entfernen und die Lenkſtange des Krummzapfens unmittelbar mit der Kolbenſtange zu verbinden.

Eine ſolche von dem Engländer Maudslay angegebene und vielfach ausgeführte Maſchine zeigt Fig. 224, bei welcher zugleich die früher

Digitized by Google

angegebenen Steuerung, Ventile oder Schieber, von einem Hahne bewirkt wird.



A, A ist das beinahe pyramidal geformte gußeiserne Gestelle der Maschine, B der Dampfzylinder mit dem Kolben C und der Kolbenstange D. Letztere endigt sich in ein gabelförmiges Stück E, mit welchem ein horizontales Querstück F, in der Figur nur im Durchschnitte sichtbar, verbunden ist. F dient zugleich einer Rolle G als Axe, welche längs der innern Seitenwände des Ständers H auf- und abbewegt werden kann und wodurch es möglich wird, die Kolbenstange zugleich senkrecht zu führen.

Jedes der Enden vom Querstücke F nimmt eine Lenkstange J auf, welche die Bewegung von der Kolbenstange nach den doppelten Krummzapfen K überträgt, wovon sich auf jeder Seite der Maschine einer befindet und welche auf die Welle des Schwungrades (in der Figur ist das Schwungrad weggelassen) aufgekeilt sind.

Zwischen den beiden Hauptkrummzapfen K sind auf einem horizontalen Theile der Schwungradwelle zwei kleinere Krummzapfen aufgesteckt, welche

Digitized by Google

mittels Lenkstangen T zwei einarmige Hebel (Balanziers) R und S bewegen. Der Drehpunkt von R liegt in U, und an dem andern Ende dieses Hebels ist die Stange V des Kolbens X der Kaltwasserpumpe Y angebracht. Z ist ein Behälter, um das von der Pumpe Y gehobene Wasser aufzunehmen.

Der Drehpunkt des zweiten Hebels S liegt in a, und am andern Ende desselben ist eine Leitstange b aufgehangen, welche mit dem obern Ende der Stange c des Kolbens d von der Luftpumpe e durch ein Charnier in Verbindung steht. f ist ein Behälter, welcher die Luftpumpe e und den Kondensator g aufnimmt.

Mit dem vorgenannten Hebel S ist außerdem die Stange h vom Kolben der Warmwasser- oder Speisepumpe K entsprechend verbunden.

l ist eine vertikal stehende Röhre, welche dem Kessel von der Pumpe k aus warmes Wasser zuführt. m ein anderes horizontales Rohr, wodurch die Verbindung zwischen dem Kaltwasserbehälter Z und dem Raume f hergestellt wird, in welchem sich der Kondensator g befindet.

n ist ein (gekrümmtes) Rohr, in welchem der in der Maschine gewirkte Dampf dem Kondensator zugeführt wird. Der Hahn o gestattet das Einspritzen von kaltem Wasser in den Kondensator. Ein Ventil p im Boden des Luftpumpenstiefels setzt letzteren mit dem Kondensator g in Verbindung.

s ist eine auf die Schwungradwelle gesteckte exzentrische Scheibe, welche von dem Kopfe eines gabelförmigen Schubrahmens r umfaßt wird. q ein Winkelhebel, dessen einer Arm mit dem freien Ende des Schubrahmens r verbunden ist, der andere Arm aber eine Vertikalstange t umfaßt.

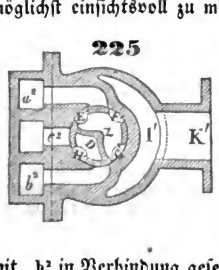
Mit dem obern Ende der Stange t ist ein Hebel u verbunden, auf dessen horizontale Are ein konisches Rad w gesteckt ist, welches in ein horizontal liegendes eben solches Rad x greift. Die vertikal stehende Are von x trägt endlich am obern Ende den doppelt durchbohrten Hahn z, durch welchen der Dampf, vom Kessel durch ein Rohr K′ zugeführt, entsprechend in dem Zylinder und aus diesem in den Kondensator gelangt.

Das Spiel der Maschine wird jetzt mit Hülfe des Nachstehenden leicht deutlich werden.

Vom Hahne z aus tritt nämlich der Dampf entweder durch den Kanal a^2 über oder durch den b^2 unter dem Kolben, wobei jedoch zu bemerken ist, daß a^2 mit b^2 in keiner Verbindung steht.

Um die Stellungen dieser Kanäle und die der vier Hahnöffnungen möglichst einsichtsvoll zu machen, ist in Fig. 225 ein Horizontal-Durchschnitt aller dieser Theile, im vergrößerten Maßstabe besonders dargestellt.

225



E', F', G' und H' sind die vier Oeffnungen des Hahns z, D ist eine Wand im Körper des letzteren, welche E', F', G', von H' trennt; überdies sind die ersten drei Oeffnungen oberhalb durch eine Platte so verdeckt, daß sie nur unter sich, nicht aber mit D kommuniziren können, dagegen ist der Raum über D und H' völlig offen gelassen.

Ist nun durch den vorher beschriebenen Mechanismus die Welle y und mit ihr der Hahn z so gedreht, daß die Oeffnung H^1 mit b^2 in Verbindung gesetzt ist, so kommunizirt auch F^1 mit a^2 und E^1 mit e^2, welcher letztere Kanal mittels der Röhre n den Weg zum Kondensator eröffnet.

Der von K^1 aus zugeführte Dampf tritt daher in dieser Stellung über die Kante von J^1 in die Oeffnung von D, von hier aus durch H^1 in den Kanal b^2 und folglich unter den Kolben. Der über dem Kolben befindliche Dampf aber nimmt seinen Weg durch den Kanal a^2 nach F^1, und e^2 in den Kondensator.

Hat der Kolben (beinahe) das obere Zylinderende erreicht, so nimmt der Hahn z eine solche Stellung an, daß H^1 mit a^2, F^1 mit b^2 und G^1

Digitized by Google

mit e^2 komunizirt, so daß der Dampf von D aus über den Kolben und der unter letzterem befindliche in den Kondensator strömen kann und überhaupt eine abwärts gehende Bewegung des Kolbens eintritt.

So vortheilhaft die eben beschriebene Maschine im Ganzen auch erscheint, so ist doch ihr Prinzip nur dann anwendbar, wenn die Kraft derselben nicht die von 12, höchstens 16 Maschinenpferden übersteigt. (Die Kraft eines solchen Pferdes zu 33000 engl. Pfd. pr. Minute auf 1 engl. Fuß erhoben gerechnet.) Bei größeren Kräften erhöht sich nämlich die Reibung der Rolle G an den Wänden des Ständers H außerordentlich, so wie auch die Bewegung aller Pumpen durch besondere, nicht an einem Haupt-Balanzier mit der Kolbenstange zugleich angebrachte Hebel bedeutend viel mechanische Arbeit verzehrt, die zu Nutzbarkeit hätte verwandt werden können.

Außerdem ist auch die Hahnsteuerung, wie bei allen andern Dampfmaschinen von großen Kräften, durchaus unvortheilhaft, da solche Hähne selten genau dichten, und sich außerdem leicht ausarbeiten.

Nach der Erfindung der doppelt wirkenden Dampfmaschine mußte man leicht auf die Idee kommen, auch solche Maschinen zu konstruiren, wo der gebrauchte Dampf nicht kondensirt, sondern entweder in die atmosphärische Luft getrieben oder zu andern technischen Zwecken verwandt werden konnte. Da bei solchen Maschinen der Dampf, wenn er eine mechanische Wirkung erzeugen soll, natürlich eine höhere Spannung besitzen muß, als die der atmosphärischen Luft ist, bei den Watt'schen Maschinen diese Spannung aber nur selten die einer Atmosphäre erreichte, so pflegte man die ohne Kondensation arbeitenden Maschinen gewöhnlich Hochdruckmaschinen zu nennen. Diese Benennung ist jedoch für den heutigen Standpunkt der Mechanik nicht mehr richtig, da man auch Watt'sche Maschinen mit einer Dampfspannung arbeiten läßt, welche die der Atmosphäre oft weit übertrifft, ja von einer guten Maschine wohl auch verlangt, daß sie bald mit Niederdruck (unter einer Atmosphäre Spannung), bald mit Hochdruck arbeiten kann.

Da bei einer Maschine ohne Kondensation, Luft- und Kaltwasserpumpe von selbst wegfallen, alle zum Kondensator gehörige Theile vermieden werden und der natürlich einfachere Bau der Maschine dieselbe weit weniger kostbar macht, so versprach man sich von dieser Gattung Maschinen außerordentliche Vortheile.

Im Jahre 1802 erbauten die Engländer Trevethick und Vivian die ersten Maschinen ohne Kondensation und verwandten dieselben bald nachher zu Dampf von 6 bis 7 Atmosphären Spannung. Leider mußten sie auch die ersten sein, denen eine solche Maschine explodirte.

Ebenso baute der Amerikaner Evans Maschinen, welche mit Dampf von 8 bis 10 Atmosphären arbeiteten, ja der geniale Perkins und ein Dr. Alban gaben sogar Maschinen an, bei welchen der Dampf die außerordentliche Spannung von 35 bis 50 Atmosphären annehmen sollte.

Wie aber fast jede neue Erfindung nur erst dann gut geheißen werden kann, wenn sie durch die Erfahrung gehörig geprüft ist, so kam es auch mit den sogenannten Hochdruckmaschinen.

Man fand bald daß sie leicht Explosionen veranlaßten, daß die Kolbenreibung außerordentlich erhöht wurde und es höchst schwierig war alle Theile der Maschinen vollkommen Dampfdicht herzustellen und zu erhalten. Vor allem mußte man aber erkennen, daß sie eine Ersparung an Brennmaterial durchaus nicht gewährten. Man hatte nämlich geschlossen, daß, weil Dampf dessen Wärme nur um einige Grade stieg, bedeutend an Spannung zunahm, auch Brennmaterial gespart werden müsse, hatte aber dabei unbeachtet gelassen, daß der Verbrauch an Brennmaterial im Verhältniß der verdampften Wassermenge oder mit dem Gewichte des Dampfes zunimmt. So wird z. B. Dampf von 6 Atmosphären Spannung wohl eine 6mal so große Kraft, als ein gleiches Volumen

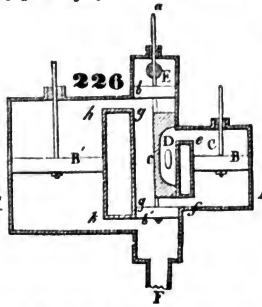
Digitized by Google

Dampf von einer Atmosphäre besitzen, aber er wird auch 6mal so viel wiegen und 6mal so viel Feuerung nöthig machen.

Gegenwärtig wendet man daher Hochdruckmaschinen, oder besser Maschinen ohne Kondensation entweder nur dann an, wenn man den Dampfzufluß absperrt, ehe der Kolben den halben Weg im Zylinder zurückgelegt hat (als Expansionsmaschine), oder nur unter besonderen Umständen, z. B. wo man kein gutes Kondensationswasser hat, oder die Kondensation gar nicht anwenden kann, wie bei Lokomotiven, oder auch, wo man die gebrauchten Dämpfe zum Heitzen, Trocknen ꝛc. vortheilhaft zu verwenden im Stande ist.

Mehrfach hatte man auch versucht, sogenannte Hochdruckmaschinen mit Niederdruckmaschinen zu verbinden und dabei zugleich von der bereits erwähnten Absperrung oder Expansion Gebrauch zu machen. Jonathan Hornblower hatte im Jahre 1781 oder vor ihm schon Dr. Falk, die erste derartige Idee. Indessen brachte sie erst Arthur Woolf im Jahre 1804 zu einer wirklichen praktischen Ausführung und da dessen Maschine zugleich als Repräsentant des Expansionssystems betrachtet wird, so mag nur diese hier näher beschrieben werden.

Fig. 226 zeigt die Haupttheile der Woolfschen Maschine im Durchschnitte.



A und A' sind zwei Dampfzylinder, wovon der eine gewöhnlich um so viel größer wie der andere ist, daß sich ihre Fassungsräume wie 1 : 3½ verhalten und die, wie aus der Figur zu entnehmen, mit einander verbunden sind. Die Kolben B, B' bewegen sich fortwährend nach einer gemeinschaftlichen Richtung. An der Steuerstange a befinden sich zugleich zwei kleinere Kolben b, b', so wie ein gewöhnlicher D Schieber e.

Beim Niedergange der Kolben B, B' ist die Steuerstange a aufwärts gezogen und nimmt die Stellung der Figur ein. Der Dampf tritt, vom Kessel kommend, durch die Oeffnung D in den Kanale und wirkt auf die obere Fläche des kleineren Kolben B. Der vorher im Zylinder A und jetzt unter dem Kolben B befindliche Dampf strömt durch die Kanäle f, g und h in den großen Zylinder A' und drückt den Kolben B' ebenfalls abwärts, während der unter diesen Kolben vorhandene Dampf in den Kanälen k und F nach dem Kondensator entweicht.

Für das gemeinschaftliche Aufsteigen der Kolben B B' ist vorher die Steuerstange a herabgegangen, dem bei D eintretenden frischen Dampfe ist der Weg nach e durch den Schieber c versperrt, dafür aber der von D nach F geöffnet, so daß der Dampf auf die untere Fläche des Kolbens B wirken kann. Der Dampf über B kann durch die Kanäle e, g und k in den großen Zylinder gehen und den Kolben B' ebenfalls aufwärts bewegen, während der über B' befindliche Dampf, da auch der Steuerkolben b herabgegangen ist, durch h, nach E und von hier aus in den Kondensator treten kann.

Man erkennt hieraus, daß der Dampf fortwährend mit seiner vollen Kraft gegen eine der Flächen des kleineren Kolbens wirkt, während eine der Flächen vom größeren Kolben mit dem Kondensator kommunizirt. Die entgegengesetzten Kolbenflächen aber erfahren während derselben Zeit eine in dem Maaße veränderliche Dampfpressung, als die Ausdehnung oder Expansion des Dampfes fortschreitet.

Die Woolfsche Maschine kann eigentlich als eine solche betrachtet werden, bei welcher die Dampfabsperrung und die daraus folgende Ausdehnung in einem weit vollkommeneren Grade stattfindet, als wenn man

Digitized by Google

ebenfalls die Absperrung bei einzylindrigen Maschinen anwendet oder wo überhaupt der Dampf möglichst vortheilhaft verwendet wird. So wahr dies an und für sich ist, so führt sie doch auch mancherlei Uebelstände mit sich. Dahin gehört besonders die schwierige und doch höchst nöthige Parallelstellung der Zylinder, die komplizirtere Verbindung der Kolbenstangen mit dem Balanzier und ihr größerer Anschaffungspreis.

Indeß stellen neuere Erfahrungen letztere Uebel in kein so grelles Licht, es scheint für die Ausführung nur eine gehörige Einrichtung der Maschinenwerkstatt nöthig, ja die bedeutende Werkstatt von André Köchlin in Mühlhausen, baut neuerdings nur Woolfsche Maschinen und hat bereits den größten Theil der Elsaß mit ihnen versorgt.

Bei Dämpfen von mehr als 3½ Atmosphären Spannung scheinen sie selbst eine große Ersparniß an Brennmaterial zu gewähren.

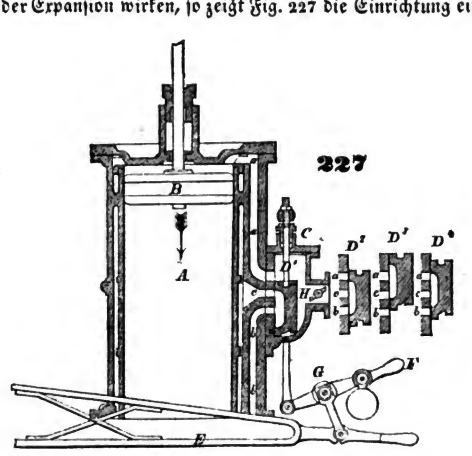
Die Mechaniker Aitken und Steel erbauten sogar Maschinen mit drei parallel stehenden Zylindern, die sich alle drei an demselben Balanzier bewegten, allein hierdurch mußten die Nachtheile der Woolfschen Maschinen bedeutend erhöht werden und man wendet deshalb dies Prinzip gegenwärtig wenig oder gar nicht mehr an.

Eine Abart der Woolfschen Maschinen fertigen ferner in neuerer Zeit die holländischen Mechaniker Roentgen, die sich namentlich für Dampfschiffe vortheilhaft zeigen sollen. Bei diesen Maschinen sind die Zylinder von einander getrennt, die Kolbenstangen an verschiedenen Balanziers aufgehangen und die Krummzapfen dabei unter einem Winkel von 90 Grad gegeneinander gestellt.

Neuerdings erbaut der Engländer Simms zweizylindrige Maschinen, die von Woolfs Einrichtung darin verschieden sind, daß die Zylinder über einander stehen und beide Kolben an einer Kolbenstange sitzen. Sie weichen ferner noch dadurch ab, daß nicht gleichzeitig frischer Dampf und sich expandirender wirken kann, sondern erst hinter einander und zwar so, daß der Niedergang des Dampfkolbens jedesmal durch frischen Dampf, der Aufgang aber durch sich expandirenden bewirkt wird.

Gegen nicht mit Expansion, aber doppelt wirkenden Wattschen Maschinen sollen die von Simms 50 pCt. Brennmaterial-Ersparniß geben! (?)

Was die einzylindrigen Dampfmaschinen betrifft, welche mit Absperrung oder Expansion wirken, so zeigt Fig. 227 die Einrichtung einer solchen.



Digitized by Google

Der Dampfzufluß wird bei der abgebildeten Maschine unterbrochen, wenn der Kolben die Hälfte seines Weges zurückgelegt hat. Zugleich sieht man die Anordnung der sogenannten kurzen Dampfschieber, die man neuerdings überall, wo es nur möglich, statt der langen Dampfschieber (Fig. 223) welche den oberen und unteren Kanal im Zylinder übergreifen, anwendet und die gegen letztere manche Vortheile darbieten.

Die Maschine ist, wie man nach dem früheren leicht erkennen wird, eine doppelt wirkende und bedarf als solche wohl keiner besonderen Auseinandersetzung.

Durch eine entsprechende Konstruktion der auf die Krumzapfenwelle gesteckten exzentrischen Scheibe wird der Rahmenschieber E und mit ihr das Hebelwerk F, dessen fester Drehpunkt in G liegt, so gestellt, daß der Dampfschieber D in den verschiedenen Stationen der Kolbenbewegung die Stellungen D^1, D^2, D^3 und D^4 einnimmt.

Bei dem Stande D^1 des Schiebers ist dem Dampfe der in der Röhre H dem Dampfkasten C zugeführt wird gestattet, auch den Kanal a über den Kolben zu treten, wogegen der unter letzterem befindliche Dampf durch den Kanal b und die Oeffnung c mit dem Kondensator in Verbindung gesetzt ist. Die vorgenannte exzentrische Scheibe ist nun so konstruirt, daß die Stellung D^1 so lange unverändert verbleibt bis der Kolben die Hälfte seines Weges abwärts durchlaufen hat. In dem Augenblicke, wo dies geschehen ist, nimmt aber der Schieber die Stellung D^2 an und man erkennt, daß der Dampfzufluß völlig unterbrochen ist, die Verbindung des untern Kolbenraumes mit dem Kondensator aber noch fortbesteht. Von diesem Augenblicke an bewirkt der Dampf die weitere Fortbewegung des Kolbens nur durch die ihm inwohnende ausdehnsame (expansive) Kraft und man sieht leicht wie auf diese Weise, ähnlich wie bei der Woolfschen Maschine, der Dampf sehr vortheilhaft verwendet, an solchen und mithin auch an Brennmaterial erspart wird.

Die Stellung D^2 behält der Schieber so lange bis der Kolben beinah zum Zylinderboden herabgegangen ist, sodann nimmt er aber die D^3 an, wobei a mit der Oeffnung c und folglich mit dem Kondensator komunizirt, der vom Kessel zuströmende Dampf aber durch den Kanal b unter den Kolben treten und diesen in die Höhe treiben kann.

Hat hierauf der Kolben nach aufwärts wieder den halben Weg durchlaufen, so nimmt der Schieber plötzlich die Stellung D^4 an, wodurch wieder die Dampfeinströmung in den Zylinder aufgehoben ist und der unter dem Kolben befindliche Dampf während der zweiten Weghälfte nur durch seine ausdehnsame Kraft wirken kann. Nach einem Hin- und Hergange wiederholt sich das angegebene Spiel von Neuem.

Leicht wird man einsehen, wie man die exzentrische Scheibe so gestalten kann, daß die Absperrung nach jedem beliebigen vom Kolben durchlaufenen Wege eintritt. Für den Konstrukteur ist dies eine Sache von der größten Wichtigkeit, da fast jeder besondere Fall, einen andern Abschluß verlangt, wenn die Maschine die größtmöglichste Wirkung äußern soll. Die Beantwortung der hierbei entstehenden Fragen ist ohne Rechnung nicht zu geben und weshalb wir auf neuere mathematische Werke verweisen müssen *).

Obwohl die Anwendung der Expansion bei einzylindrigen Maschinen, besonders hohe und weite Dampfzylinder, große Kessel und starke Schwungräder nöthig macht, so ist dieselbe doch unbestreitbar überall da anzuwenden, wo man das Brennmaterial, namentlich die Steinkohlen, nicht so wohlfeil wie in England hat, was fast überall auf dem Kontinente der Fall ist.

Besonders vortheilhaft wendet man die Expansion bei einfach wirkenden Wattschen Maschinen oder überhaupt bei solchen an, die zum

*) Das beste Werk in dieser Beziehung ist Pambour's Neue Theorie der Dampfmaschine. Deutsch von Schnuse. Braunschweig 1839.

Digitized by Google

Wasser- oder Salzsoole-Heben bestimmt sind, wovon die sämmtlichen Maschinen in der englischen Provinz Cornwall (Maschinen nach dem cornischen Prinzipe) das beste Zeugniß abgeben.

Folgende aus den Civ. Eng. and Arch. Journal Vol. III. entnommene Zusammenstellung, welche die Resultate vergleichender Versuche, die mit zwei Maschinen, wovon die eine mit die andere ohne Expansion wirkt, vorgenommen wurden, wird zur Bestätigung des vorher Bemerkten beitragen.

Expansionsmaschine mit Absperrung nach $^2/_3$ des Kolbenweges.	Zylinderweite.	Hubhöhe.	Zahl der Hübe pr. Minute.	Mechanische Wirkung in Pferdekräften.	Kohlenverbrauch pr. Stunde.
	80 Zoll	10 Fuß	10	206,5	533,4 Pfd.
Niederdruckmaschine ohne Expansion.	40 „	4 „	25	194	1038,8 „

Zu den neuesten Verbesserungen der Dampfmaschinen gehören ferner diejenigen, wobei während der Bewegung des Kolbens der ganze Dampfzylinder eine schwingende Bewegung annimmt und die man deshalb oszillirende Dampfmaschinen genannt hat.

Bei ihnen ist die ganze Maschine auf eine Weise vereinfacht, daß man meinen sollte, es könnte die Vereinfachung nicht weiter getrieben werden.

Gewöhnlich hängt dabei der Zylinder ungefähr in der Mitte seiner Höhe oder auch am Untertheile zwischen einem Gestelle in zwei Zapfen auf, welche durchbohrt sind und die zugleich die Dampfzu- und Abführungskanäle aufnehmen oder man verbindet das untere Ende mit einer Art von Kugelzapfen. Balanzier und Parallelogram kommen ganz in Wegfall und das ganze Gebäude ist so zusammengedrängt, daß man die Maschine für ganz geringe Kräfte, z. B. einer Pferdekraft, recht gut unter einem Tische oder in einem Wandschranke anbringen könnte.

Eine einfach wirkende, neuerdings von Faivre in Nantes angegebene und bereits mehrfach ausgeführte oszillirende Maschine zeigt Fig. 228, so wie Fig. 229 einen Durchschnitt der Steuerungseinrichtung derselben.

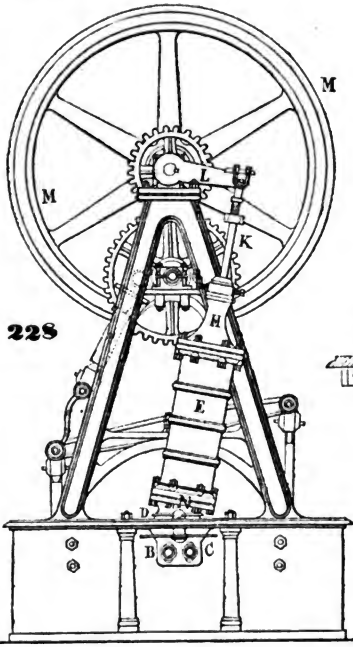
A ist ein festliegendes Kugelsegment mit zwei Oeffnungen B und b, die eine zum Ein-, die andere zum Austritte des Dampfes. D ist ein zweites Kugelsegment, welches einerseits den Boden des Damfzylinders bildet, anderseits aber genau in das festliegende Segment hineinpaßt, jedoch so, daß es darin zu bewegen ist. In diesem Boden befinden sich wieder zwei Oeffnungen F und G für den Ein- und Austritt des Dampfes. Der Dampfzylinder E hat einen Aufsatz H der zur Leitung der Kolbenstange K dient, oder es ist H gleichsam eine verlängerte Stopfbüchse. Der Krummzapfen L nimmt die Kolbenstange unmittelbar auf, und auf der Welle des ersteren sitzt sowohl ein Schwungrad M, als ein Zahnrad, welches letztere zur Fortpflanzung der Bewegung dient.

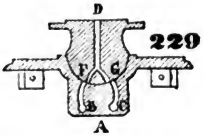
Um das Abheben des Dampfzylinders zu verhindern und eine regelmäßige Bewegung zu befördern, hat man noch eine schwache Drehachse N. angebracht.

Beim senkrechten Stande des Zylinders liegen die Oeffnungen F und G des oberen Segmentes zwischen den untern Oeffnungen B und C bei der größten Neigung nach rechts kommt hingegen G über B und bei der größten Neigung nach links F über C. In vertikalem Stande strömt also weder Dampf in noch aus dem Zylinder E bei der einen Neigung aber, also beim Aufsteigen des Kolbens, wird Dampf einströmen, wäh-

Digitized by Google

rend er bei der andern Neigung des Zylinders im Niedergange des Kolbens ausſtießt.





Der Raum, den eine ſolche Maſchine, wie die beſchriebene, bei einer Kraft von 6 Pferden einnimmt, beträgt nur etwa 3 Quadratfuß Grundfläche bei 6 Fuß Höhe. Außerdem zeichnet ſie ſich noch durch Billigkeit der Herſtellung, ſo wie durch Dauerhaftigkeit außerordentlich aus.

Es leuchtet ſehr leicht ein, daß bei dieſer Konſtruktion der oszillirenden Maſchinen weit weniger Reparaturen als bei künſtlichen Steuerungen vorkommen müſſen. Eben ſo möchte das Fairesche Syſtem dem vorher bemerkten vorzuziehen ſein, wo der Zylinder in Achſen hängt, wobei es überdies noch nicht völlig entſchieden iſt, welches die vortheilhafteſten Punkte des Zylindermantels ſind, an welchen man die Zapfen anzubringen hat. Endlich iſt bei der Befeſtigung des Zylinders an Zapfen die Dampfdichtung ſchwerer zu erhalten; es reiben ſich Lager und Zapfen weit leichter aus. Bei der Fairesſchen Maſchine iſt ein ſolches Ausreiben weit weniger ſchädlich, da, wenn es auch geſchieht, alle Theile doch konzentriſch bleiben.

Für alle Arten oszillirender Maſchinenſyſteme ſcheint aber ſowohl Theorie als Erfahrung zu lehren, daß ſie ſich am vortheilhafteſten dann erweiſen, wenn man ihren Zylindern und Zugehör möglichſt wenig Maſſe gibt, eine Bedingung, welche ſich nur durch Anwendung hochgeſpannter Dämpfe und bei Maſchinen von geringen Kräften erfüllen läßt. Ueberhaupt wird ſich daher das ganze Prinzip zu größeren mechaniſchen Wir-

Digitized by Google

kungen als die von 12 bis 16 Pferdekräften sind, weniger eignen, was sich unter andern dadurch bestätigt, daß die von Cavé in Paris auf vielen Dampfschiffen angebrachten oszillirenden Maschinen von 40 bis 60 Pferdekräften, beinahe überall wieder durch feststehende Maschinen ersetzt worden sind.

Was die bereits früher erwähnten rotirenden Dampfmaschinen betrifft, bei welchen der Dampf direkt zur Erzeugung einer drehenden Bewegung verwandt wird, so existiren seit Watt bis auf die neueste Zeit ein wahres Heer von Ideen, wohl hin und wieder auch Ausführungen solcher Maschinen. Allein keine derselben war von der Art, daß sie das System der geradlinigen Kolbenbewegung hätte ersetzen können. Nur erst in ganz neuester Zeit scheint es dem Pariser Mechaniker Pecquer gelungen zu sein, rotirende Maschinen von einigem Erfolge zu bauen, indeß wird auch über diese die längere Erfahrung erst entscheiden können. Pecquerus Maschine findet man vollständig beschrieben und abgebildet im Bulletin de la Société d'encouragement. 1840.

Hier, am Ende der Beschreibungen und Bemerkungen über die eigentliche Dampfmaschine, möchte es am rechten Orte sein, Einiges über die Berechnung der mechanischen Wirkung oder des Effektes derselben anzuführen. Zur Bestimmung des theoretischen Effekts bei Maschinen ohne Expansion schien es bisher immer am natürlichsten, den Druck zu ermitteln, welchen der Dampf gegen die ganze Kolbenfläche ausübt und diesen mit dem Wege des Kolbens oder der Hubhöhe zu multipliziren, den wirklichen Effekt aber dadurch anzugeben, daß man von dieser so gefundenen Zahl nach Umständen 0,4 bis 0,6 annahm.

Hierbei hatte man aber das allgemeine Gesetz für die gleichförmige Bewegung einer Maschine ganz außer Acht gelassen, daß nämlich, wenn eine solche eintreten soll, die Kraft genau dem Widerstande (der Last) das Gleichgewicht halten muß. Vielmehr wurde von dem Widerstande ganz abgesehen, der Dampfdruck im Zylinder dem im Kessel stattfindenden stets gleich gesetzt, während bei Beachtung des vorigen Bedingungssatzes sich die unbedingte Folgerung ergibt, daß der Dampf beim Uebergange aus dem Kessel in den Zylinder seine Expansivkraft ändern und eine solche annehmen muß, welche dem Widerstande des Kolbens gleich ist.

Wie aber auf diesen letzteren Satz gestützt die Effektberechnungen vorgenommen werden müssen, gestattet der Raum nicht hier auseinander zu setzen, und es muß deßhalb auf das bereits zitirte Werk Pambour's verwiesen werden.

Aus allem Bisherigen ist jetzt zu entnehmen, daß die Dampfmaschine folgende Theile erfordert.

1. Einen Dampfkessel mit seinen Vorrichtungen zum Feuern, Speisen u. d. m.
2. Einen Dampfzylinder mit Kolben, Kolbenstange und Stopfbüchse.
3. Eine Steuerungsvorrichtung und zwar einen innern und äußern Theil derselben, wozu noch bei den Kondensationsmaschinen kommt:
4. Ein Kondensator mit Luft und Warmwasserpumpe.

In dem Folgenden soll nun von einigen dieser Theile noch das bemerkt werden, was in dem Vorhergehenden entweder gar nicht oder doch nicht so angeführt wurde, wie es eine übersichtliche Kenntniß der Dampfmaschine erfordert.

Mit dem Dampfkessel werde der Anfang gemacht.

Von einem guten Dampfkessel fordert man, daß er eine gewisse Menge Dampf von bestimmter Temperatur in einer gegebenen Zeit mit dem kleinsten Brennmaterial-Aufwande bei völliger Sicherheit erzeuge; man hat ihm also diejenige Gestalt und Verhältnisse zu geben, welche diesem Zwecke so viel wie möglich entsprechen.

Zuerst ist die Wanddicke der Kessel nur so groß zu machen, als es die vollkommene Sicherheit vor dem Zerspringen erfordert, weil die Dicke die Mittheilung der Wärme von außen nach innen erschwert.

Digitized by Google

In den meisten Ländern sind für die Wanddicke der Kessel bestimmte Regeln oder zur Berechnung derselben gewisse Formeln vorgeschrieben. So enthält nachstehende Tabelle diese Dimensionen, welche bei der Konstruktion von Dampfkesseln aus Eisenblech im preussischen Staate durch ein Gesetz vom Jahre 1838 vorgeschrieben sind.

Durchmesser der Dampfkessel oder Siederöhren.	Wandstärken für nachstehende Atmosphären-Pressungen über den äußeren Luftdruck.										
	0	½	1	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5
Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll
1	0.1	0.101	0.102	0.102	0.103	0.104	0.105	0.105	0.106	0.107	0.108
2	0.1	102	103	105	106	108	109	111	112	114	115
3	0.1	102	105	107	109	111	114	116	118	120	123
4	0.1	103	106	109	112	115	118	121	124	127	130
6	0.1	105	109	1 4	118	123	127	132	137	141	146
9	0.1	107	114	121	127	134	141	148	155	161	168
12	0.1	109	118	128	136	146	154	164	173	182	191
15	0.1	111	123	135	145	157	168	180	192	202	214
18	0.1	114	127	140	154	168	181	195	210	222	237
21	0.1	116	132	148	163	180	194	211	228	243	260
24	0.1	118	136	155	172	191	208	227	246	263	282
27	0.1	120	141	162	181	203	222	243	265	284	305
30	0.1	123	145	169	190	214	235	259	283	304	328
33	0.1	125	150	176	199	225	249	275	301	324	351
36	0.1	127	151	183	208	237	262	291	320	345	374
39	0.1	129	159	190	217	248	276	307	338	365	396
42	0.1	132	163	197	226	260	289	323	356	386	419
45	0.1	134	168	204	235	271	303	339	375	406	442
48	0.1	136	172	210	244	282	316	354	393	426	465
51	0.1	138	177	217	253	294	330	370	411	447	488
54	0.1	140	181	224	262	305	343	386	429	467	510
57	0.1	143	186	231	271	317	357	402	448	488	533
60	0.1	145	190	238	280	328	370	418	466	508	556
63	0.1	147	195	245	289	339	384	434	484	528	579
66	0.1	150	199	252	298	351	397	450	503	549	602

Nach diesen Regeln muß die Wanddicke mit der Dampfspannung und dem Kesseldurchmesser wachsen und woraus zugleich folgt, daß es in vielen Fällen vortheilhafter sein wird, statt eines sehr großen Kessels lieber zwei oder mehrere kleinere in Anwendung zu bringen, dabei immer noch von den Vortheilen abgesehen, welche man in letzterem Falle natürlich haben wird, wenn einer oder der andere Kessel Reparaturen unterworfen werden muß.

Das gewöhnliche Materiale zu den Kesseln ist gegenwärtig Eisenblech; kupferne Kessel findet man seltener, da sie ungewöhnlich mehr kosten und vom ersteren Material vollkommen ersetzt werden. Kessel aus Gußeisen wendet man gar nicht mehr an: einerseits wegen ihrer nöthigen größeren Wandstärke, anderseits weil sie bei eintretenden Explosionen bombenähnlich zerplatzen, während Blechkessel in der Regel nur Risse bekommen.

Bei den Röhrenkesseln der Dampfwägen wendet man neuerdings gezogene Röhren aus Messing oder Bronze an.

Was die Form der Dampfkessel betrifft, so ist offenbar diejenige die zweckmäßigste, welche die Haltbarkeit, schnelle und gleichförmige Verdampfung zugleich begünstigt.

Die älteste Form der Kessel ist die, nach welcher Watt seine Kessel konstruirte und welche man gewöhnlich, wegen der Form ihres Querschnittes, Wagen- oder Kofferkessel nennt.

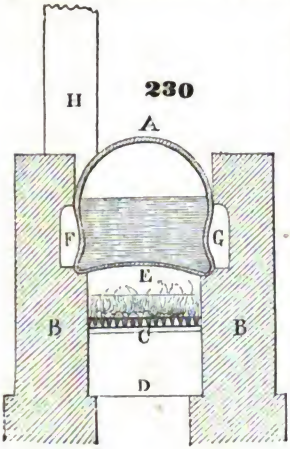
Einen solchen Kessel nebst den dazu gehörigen Ofen zeigt Fig. 230 im Profildurchschnitte.

A ist der in dem Ofen B eingemauerte Kessel, C der Rost, D der Aschenfall, E, G und F sind Feuerzeuge und H die Esse.

Die von Feuer erhitzte Luft tritt vom Roste aus in den Kanal E, und geht nebst der sich lang ziehenden Feuerflamme von vorn unter den Boden des Kessels nach hinten. Am Ende des Kessels geht sie durch

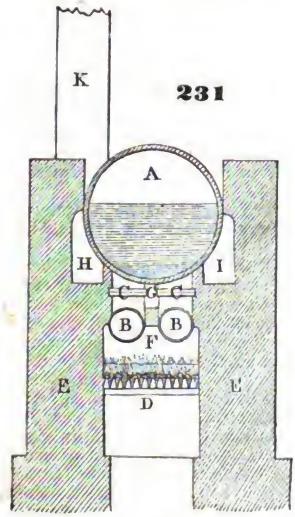
Digitized by Google

einen gemauerten Kanal, tritt in die Zugröhre F, und wird von dieser aus vorn um den Kopf des Kessels herum in das zweite zu F parallele Zugrohr G geleitet, von wo aus sie in der Esse H entweicht.



Die zweite, gegenwärtig fast überall angewandte Kesselform ist die zylinderische mit kreisförmigen Querschnitt und ebenen oder gebogenen Endflächen. Fig. 234 zeigt einen solchen Kessel nebst einem Theil des dazu gehörigen Ofens im Längendurchschnitte. Da wir auf diesen Kessel in dem Folgenden wieder zurückkommen, so mag jetzt die nähere Angabe aller seiner Theile und Einrichtungen übergangen werden.

Fig. 231 gibt den Profil-Durchschnitt eines von Woolf angegebenen Zylinderkessels mit sogenannten Siederohren an. A ist ein Kessel wie Fig. 234. B, B sind zwei, sehr oft auch drei, unter demselben parallel nach der ganzen Länge fortlaufende Rohren mit kreisförmigen Querschnitt, deren hohler Raum mit dem Kessel durch sechs Vertikalröhren C, C, woran sich auf jeder Seite in gleichen Entfernungen drei befinden, in Kommunikativen steht.



ist der Feuerrost, E E der Ofen, D und F, G, H und I sind Feuer- und Heizkanäle wobei G von F durch eine horizontal mit den Röhren B fortlaufende Scheidewand getrennt ist, die Züge H und I aber am hintern Ende unter sich und mit der Esse K in Verbindung sind.

Flamme und die von ihr erhitzte Luft gehen vom Reste aus durch F nach dem hintern Kesselende, treten daselbst in den Kanal G und bestreichen so einen Theil der untern Fläche vom Kessel B. Am vordern Ende von G strömt die heiße Luft in die Züge H und F zugleich ein, erhitzt die Seitenwände des Kessels und entweicht von hier auch endlich in den Schornstein K.

Was die Vorzüge des einen oder andern der beschriebenen Kessel betrifft, so muß man sich unbedingt für Zylinderkessel mit oder ohne Siederöhren aussprechen.

Der Wattsche Kessel hat allerdings den Vortheil, daß die sich aus dem Wasser bildenden Niederschläge weniger auf der Hauptheitzfläche ansammeln werden, vielmehr nach den gebogenen Ecken fallen, welche dem Feuer weniger ausgesetzt sind, auch daß bei diesem Kessel von einem physikalischen Satze Anwendung gemacht ist, nach welchem eine ebene Fläche, in derselben Zeit, mehr

Digitized by Google

Dampf entwickelt, als eine zylindrische von gleicher Größe; allein sie bieten durchaus nicht die Festigkeit dar wie Zylinderkessel und machen deshalb, namentlich für Dämpfe von hoher Spannung, weit größere Wandstärken nothwendig.

Hierzu kommt noch, daß alle Biegungen beim Zylinderkessel mehr natürliche sind und ihre Herstellung bei weitem leichter ist.

Daß ein Zylinderkessel mit Siederöhren noch vortheilhafter ist als ohne solche, ist jedenfalls einleuchtend. Es wird die Heitzfläche bedeutend vermehrt, auch lassen sich die Siederöhren bei entsprechender Konstruktion leicht reinigen, so wie eben so leicht auswechseln.

Zuweilen wendet man auch Zylinder-Kessel mit inwendigen Feuerzügen an, die in einiger Höhe über den Boden in der ganzen Länge hindurchgehen.

Ebenso konstruirt man Kessel mit inwendiger Feuerung, indeß wird dabei dem Feuer die Hitze zu schnell entzogen, so wie auch die innere Röhre durch die unmittelbare Berührung des Feuers sehr leidet.

In den Bergwerken von Cornwall und Südwales finden sich dergleichen Kessel sehr häufig. Man fertigt sie aus Eisenblech, macht sie 20 bis 30 Fuß lang, 5½ bis 7 Fuß weit und gibt den durchgehenden Feuerkanal 3 bis 4 Fuß Durchmesser. Oft arbeiten 3 oder 4 dieser großen Kessel für eine Maschine. Sie werden beibehalten, weil sie sehr viel Dampf liefern und die dabei möglichen, auch wohl eintretenden Unfälle bis jetzt keine bedeutende Folgen gehabt haben. Bei Dampfschiffen wendet man der geringeren Feuersgefahr wegen die Kessel mit innerer Heitzung ziemlich nutzbar an.

Was endlich die aus einem Systeme von dünnen Röhren bestehenden Kessel betrifft, so möchten diese nur für Lokomotive vortheilhaft anzuwenden sein.

Bei der Konstruktion aller Arten von Dampfkesseln ist die Bestimmung der Hitz- oder Feuerfläche, d. i. desjenigen Theiles des Kessels, welcher mit dem Feuer und der heißen Luft in unmittelbarer Berührung ist, von der größten Wichtigkeit, da hiervon die Dampfmenge abhängt, welche in einer gewissen Zeit vom Kessel erzeugt wird.

Die englischen Mechaniker rechnen gewöhnlich 10 Quadratfuß Heitzfläche für jede Pferdekraft der Maschine, oder stützen die sämmtlichen Dimensionen des Kessels auf den Satz, daß, um pr. Stunde einen Kubikfuß Wasser zu verdampfen, 9 Quadratfuß Heitzfläche und 27 Kubikfuß als Kesselfassungsraum erforderlich ist. Eine andere gebräuchliche Regel ist die, daß die Zahl der Pferdekräfte der Maschine die mittlere geometrische Proportionale zwischen der Heitz- und Rostfläche in Quadratfußen ausgedrückt bilden müsse.

Französische Konstrukteure rechnen gewöhnlich 1, 2 bis 1, 5 Quadratmeter Heitzfläche für jede Pferdekraft und nehmen die ganze Kesselfläche noch einmal so groß an.

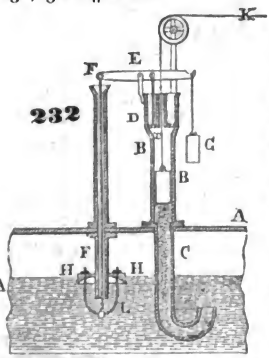
Was die Größe des vom Wasser im Kessel eingenommenen Raumes betrifft, so muß diese erstens wenigstens so groß sein, daß die ganze außen mit Feuer oder heißer Luft bestrichene Fläche immer mit Wasser bedeckt ist; dann darf sie zweitens darum nicht zu klein sein, weil sonst das in einzelnen Quantitäten hinzutretende Speisewasser merkliche Veränderungen in seiner Temperatur hervorbringen würde. Andererseits muß aber auch der Dampf noch einen entsprechenden Theil des ganzen Kesselfassungsraumes einnehmen, damit weder leicht Wasser statt Dampf mit fortgetrieben werde, noch die durch das abwechselnde Oeffnen und Verschließen des Dampfzuführerohres herbeigeführte Oszillation der Spannung des Dampfes nicht so groß ausfalle, daß sie der Haltbarkeit des Kessels schaden könnte. Doppeltwirkende Dampfmaschinen brauchen deshalb einen kleineren Dampfraum als einfachwirkende und Expansionsmaschinen.

An jeden Dampfkessel sind noch besondere Apparate anzubringen, welche theils zum Nachfüllen oder Speisen des Kessels, zur Sicherstellung vor dem Zerspringen desselben, zum Messen des Dampfdruckes und zur Regulirung der Feuerung dienen.

Digitized by Google

Was das Speisen des Kessels betrifft, so muß dies so gleichförmig wie möglich, in nicht zu großen Mengen und mit möglichst reinem und warmem Wasser erfolgen.

Bei Maschinen, welche mit Dampf von niedriger Spannung arbeiten, geschieht die Speisung vortheilhaft, wenn die Anordnung, wie Fig. 232 zeigt, getroffen wird.



Dabei ist A ein Theil des Kessels, B das Speiserohr, welches in einer zweiten Röhre endigt, die bis ziemlich zum Boden reicht. Am obern Ende von B ist ein Reservoir D angebracht, der beinahe ganz mit Wasser gefüllt wird, und welcher mit der Speiseröhre nur durch eine Oeffnung x kommunizirt, die wieder von einem Ventile geschlossen wird, dessen dünne Führungsstange an einem doppelarmigen Hebel x befestigt oder aufgehangen ist. Genannter Hebel trägt außerdem an einem Ende ein Gewicht G, am andern Ende einen langen Stab, der in einer den Obertheil des Kessels dampfdicht durchdringenden Röhre F niedergeht und sich endlich in zwei, wieder aufwärts gebogene Aeste oder Arme theilt, die einen leicht schwimmenden Körper, eine Thon- oder dünne Eisenplatte H tragen.

Sinkt daher der normale Wasserspiegel im Kessel, so geht auch der Schwimmer H und mit ihm die vorgenannte Stange und der linke Arm des Hebels E herab. Mit dem Aufsteigen des rechten Hebelarms öffnet sich das Ventil x, und das im Behälter D durch eine Druckpumpe zugeführte Wasser fließt so lange in dem Rohre C herab, bis der Normalwasserstand im Kessel wieder hervorgestellt ist.

Innerhalb des Speiserohres B befindet sich noch ein zweiter Schwimmer, der aus einem hohlen gußeisernen Zylinder besteht. Derselbe kann sich frei in der Wassersäule bewegen, die vom Dampfe fortwährend in der Röhre B erhoben wird und steht außerdem, durch eine über eine Rolle führende Kette K mit den Schiebern oder Registern der Kesselfeuerzüge in Verbindung.

Man sieht daher leicht, wie sich auf solche Weise Speisung und Dampfentwicklung gleichsam gegenseitig von selbst reguliren.

So vortheilhaft und zweckmäßig aber auch die beschriebene Einrichtung erscheinen mag, so eignet sie sich doch keineswegs für Dämpfe von hoher Spannung, indem hierbei die Speiseröhre zuweilen eine ungewöhnliche Höhe einnehmen muß.

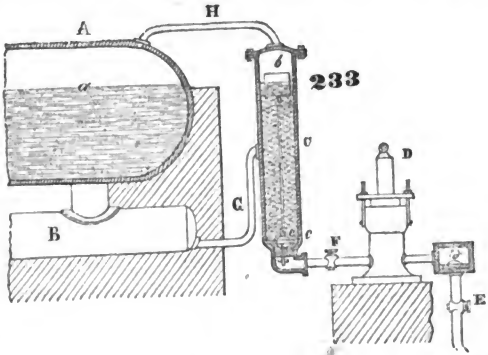
Verlangt man für Hochdruckdämpfe keine selbstthätige Speisung, so darf man nur einen zweckmäßigen Schwimmer zur Angabe des Wasserstandes anbringen, die Speisung selbst aber kann durch mehr oder weniger Oeffnen eines Hahnes bewirkt werden, der an dem Saugrohre einer für diesen Zweck entsprechend angeordneten vereinigten Saug- und Druckpumpe angebracht ist.

Die Konstruktion völlig brauchbarer selbstspeisender Vorrichtungen für Hochdruckdampfkessel betrachtet man immer noch als eine schwierige und noch nicht gehörig gelöste Aufgabe.

Ganz neuerdings hat der Mechaniker Seguier in Paris eine solche Anordnung zum Selbstspeisen angegeben, die sich im Großen mit vollem Erfolge erprobt haben und zugleich mit der nöthigen Einfachheit, ein leichtes Spiel und den Vorzug verbinden soll, in dem Kessel ein immer vollkommen gleiches Niveau zu erhalten.

Digitized by Google

Fig. 233 stellt die Seguiersche Vorrichtung mit einem Stücke des Kessels und einer Siederöhre dar, wie wir solche früher beschrieben haben.



A ist der Dampfkessel, B die Siederöhre, C ein Behälter, in welchem sich das Speisewasser befindet, D die zur Speisung dienende Druckpumpe, E das Saugrohr derselben, durch welches ihr Kolbenrohr mit dem Behälter D in Verbindung steht, G ist ein Verbindungsrohr zwischen C und B, durch welches Wasser, und H das zwischen C und A, durch welches Dampf strömt. a bezeichnet die Höhe des Wasserstandes im Kessel, b den Schwimmer im Behälter C, welcher durch einen Stab mit dem Ventile c im Druckrohre in Verbindung steht; d ist endlich das Saugrohrventil.

Aus der Stellung der beschriebenen Theile läßt sich nun leicht entnehmen, daß der Schwimmer b dann das Ventil c geschlossen hält, wenn der Wasserstand im Kessel zu niedrig steht, und daß dann beim Aufgange des Kolbens in D durch E Wasser angesaugt und beim Niedergange durch F nach C gedrückt wird, daß aber der Schwimmer dann das Ventil c offen erhält, wenn der Wasserstand im Innern des Kessels zu hoch ist, so wie daß beim Aufgange und Niedergange von D stets der Dampfdruck auf d fortgepflanzt wird und daher kein Aufsaugen neuen Wassers erfolgen kann, sondern nur ein Theil des in B befindlichen Wassers in das Rohr der Speisepumpe hineintritt und aus dieser, wieder heraus getrieben wird.

Da es bei der Konstruktion aller Arten von Dampfkessel unbedingt nothwendig ist, sie so anzuordnen, daß Explosionen derselben nicht eintreten können, so mag dieser Gegenstand besonderen Betrachtungen unterworfen werden.

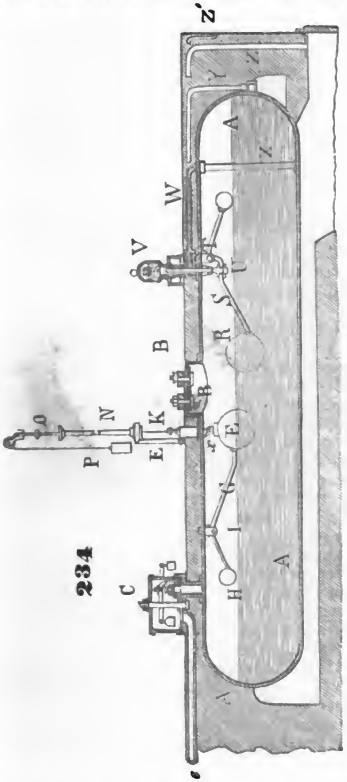
Auf die neuesten Erfahrungen gestützt, haben kürzlich die französischen Physiker Arago und Saguier als wirkliche Ursachen der Explosionen folgende angegeben:

1. Allmälige Steigerung der Dampfkraft über die durch die Kesselwand vorgezeichnete Größe.
2. Zu tiefe Erniedrigung des Wasserspiegels im Kessel und daraus folgende Ueberheitzung der theilweise wasserleer gewordenen Feuerfläche.
3. Ueberhitzung des Kesselbodens in Folge des angesetzten Pfannensteines.

Dem französischen Ingenieur Chaussenot in Paris scheint es neuerdings geglückt zu sein, Dampfkessel anzuordnen, die dem längst gefühlten Bedürfnisse durchaus vollkommener Sicherheitsmittel abhelfen.

Digitized by Google

Bereits haben sich seine Sicherheitsapparate durch Ausführungen im Großen bestätigt, so wie ihm auch dafür 1840 von der Société d'Encouragement die goldene Medaille zuerkannt worden ist. Fig. 234 finden wir die Chaussenot'schen Einrichtungen gezeichnet.



A ist ein zylindrischer Dampfkessel, wie wir solche vorher beschrieben haben, mit den bei jedem Kessel vorkommenden Theilen, nämlich dem sogenannten Mannloche B um dem Kessel reinigen zu können, Sicherheitsventile C und den Schwimmer E. In der zweckmäßigen Anordnung der letzteren Theile besteht die ganze Chaussenotsche Verbesserung.

Was zunächst die bisher gebräuchlichen Sicherheitsventile betrifft, so sind in der Regel die Theile derselben Reibungen ausgesetzt, welche eine vollkommen freie Bewegung unmöglich machen. Hierzu kommt noch, daß, in Folge der Ausdehnung, sich ein solches Ventil zuweilen in seinem Unterstücke oder Sitze so fest anlegt, daß es der Wirkung des Dampfdruckes, der es öffnen soll, nicht mehr nachgeben kann. Es wurde deshalb gerathen, das Ventil von Zeit zu Zeit zu öffnen, um sich von der Beweglichkeit zu versichern; indeß wird dadurch der Wärter nicht verhindert, das Ventil, selbst wenn es unter Verschluß ist, willkürlich zu überlassen.

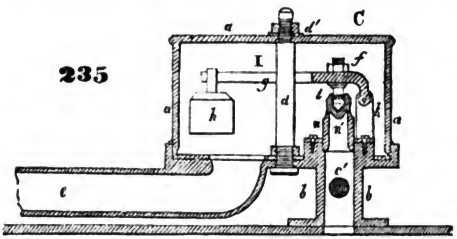
Chaussenots Anordnungen sollen alle diese Uebelstände beseitigen.

Um die Einrichtung des Hauptventiles C Fig. 234 gehörig beschreiben zu können, ist dasselbe Fig. 235 im vergrößerten Maaßstabe gezeichnet. Dabei ist a das sogenannte Ventilgehäuse, b ein auf dem Kessel festgeschraubtes Rohr, durch welches der Dampf nach dem in a eingeschlossenen Hauptventile, so wie durch eine Seitenröhre c nach zwei kleineren Ventilen treten kann, die zum Gehäuse a parallel aber außerhalb desselben liegen und die in der Zeichnung weggelassen sind. d ist ein vertikaler Schraubenbolzen, welcher den Obertheil des Gehäuses mit dem Bodenstücke befindet; am obern Ende dieses Bolzens ist eine Oeffnung angebracht, in welcher ein Vorlegeschloß eingehangen werden kann, um ein willkürliches Belasten durch den gewöhnlichen Wärter zu verhindern.

e ist eine Röhre zur Abführung des Dampfes in die Atmosphäre, für den Fall, daß sich das Ventil heben sollte. f zeigt den Hebel des

Digitized by Google

Sicherheitsventiles, der so gestaltet ist, daß durch eine gabelförmige Oeffnung g desselben der Bolzen d frei hindurchgeht, und welcher an dem einen Ende mit einem Druckgewichte h belastet ist, während sein anderes Ende mit einer horizontal liegenden dünnen Welle oder Achse versehen ist, die in Stahlspitzen ausläuft, deren messingene Lager in Ständern k liegen.



l ist der bewegliche Theil des Sicherheitsventiles, der sich unten in einem Kegel m endigt; n ist der darunter befindliche, besonders aufgeschraubte Ventilsitz. Der Kegel m ist so zugeschliffen und in eine Höhlung des beweglichen Ventiltheiles l eingepaßt, daß eine seitliche Berührung gar nicht statt findet.

Auf solche Weise erhalten die sich bei diesem Ventile berührenden Flächen kaum 1 Millimeter Stärke, und es wird die Empfindlichkeit so groß, daß sich das Ventil in dem Augenblicke zu heben anfängt, wo die Dampfspannung den berechneten Grad erreicht.

Was die Einrichtung von Chaussenots Schwimmer betrifft, so ist zuvörderst zu bemerken, daß die gewöhnlich gebräuchlichen Schwimmer eine sich selbst gehörig tragende, durch den Kesseldeckel in einer Stopfbüchse gehende Stange heben müssen, an welcher eine von der Größe des Durchmessers und dem Grade der Anziehung der Stopfbüchse abhängige Reibung hervorgebracht wird, wodurch, so wie wegen des öfteren Rostens der Stange, die Größe der Genauigkeit sehr oft eine viel zu geringe wird.

Von der verbesserten Anordnung ist E der eigentliche Schwimmer, eine hohle aus Eisen oder Kupfer gefertigte Kugel, die an einem Ende eines doppelarmigen Hebels G angebracht ist und dessen anderes Ende ein Gegengewicht H trägt. Der Drehpunkt des Hebels liegt in einer sich in feinen Spitzen endenden Achse I, welche erstere in Oeffnungen einer an den Kessel festgeschraubten Gabel laufen.

Ueber der Kugel E ist in der Kesseldecke eine Stopfbüchse angebracht, durch welche ein dünner Kupferdraht K hindurchgeht, der mit seinem untern Ende an dem Schwimmer befestigt ist, und, damit er bei den Oszillationen des Schwimmers immer in vertikaler Lage erhalten wird, sich an einen Bogenstück x anlegt, welches an der Kugel E sitzt und eine Krümmung hat, deren Mittelpunkt in der Achse des Hebels G liegt. Ueber der Stopfbüchse steht ein Rohr N mit einer bei O angebrachten Theilung und welches so weit ist, daß in demselben ein Stäbchen ohne Reibung auf- und niedergehen kann; dieses Stäbchen ist unterhalb mit dem Drahte K verbunden, oberhalb trägt es einen neben O befindlichen Zeiger und über demselben eine Schnur, die über eine feste Rolle nach dem Gegengewichte P geführt ist.

Prüft man die Konstruktion dieses Schwimmers, so erkennt man leicht, daß er eine große Beweglichkeit besitzt und den Wasserstand mit einer größeren Genauigkeit als die bisher bekannten anzeigen wird.

Der zweite von Chaussenot angebrachte Schwimmer R wird durch den erstern nicht entbehrlich gemacht; er soll den Dampf bei zu tief sinkendem Wasserstande, wodurch eine Explosion vorbereitet werden kann, theils nach einer anzublasenden und großen Lärm verursachenden Pfeife, theils in den Heizraum, theils nach der Einfeuerungsöffnung führen.

Digitized by Google

S ist wieder ein doppelarmiger Hebel, an welchem die Schwimmkugel R und ein Gegengewicht sitzt, seine Drehare T ist an beiden Enden mit konischen Vertiefungen versehen, in welche Spitzzapfen laufen die von einer an dem Kesseldeckel angebrachten Gabel getragen werden An dem Hebel ist ferner ein halbkugelförmiges Ventil V von Messing angeschraubt, welches sich an die Oeffnung eines kupfernen Ventilsitzes nach oben anlegt. Die Verlängerung des Ventilsitzes wird durch ein Rohr gebildet, durch welches Dampf nach den Oeffnungen einer von einem rostförmigen Gehäuse umgebenen Pfeife strömt.

W ist ein Ausgangsrohr für den überflüssigen Dampf, welchen man entweder durch die Röhre X auf den Feuerherd, oder durch die Röhre Y in die Feuerzüge leitet, auch kann man ihn am Eingang des Feuerherdes, durch die Röhre Z ausströmen lassen, oder mittelst eines andern Rohrs Z', nach Außen führen, je nachdem man die eine oder andere dieser Röhren mit W in Verbindung bringt.

Der völligen Sicherheit eines Dampfkessels wegen bringt man, ungeachtet aller bisher beschriebenen Anordnungen, in den Wänden desselben noch Zapfen aus einer leichtflüssigen Metallmischung, aus Blei, Wismuth und Zinn bestehend, an. Uebersteigt sodann die Temperatur des Kessels eine gewisse Grenze, so schmelzen diese Zapfen heraus und Dampf oder Wasser können frei aus dem Kessel entweichen.

Nachstehende Tafel gibt hierzu die Schmelzpunkte der Metallmischung an, die man der Dampfspannung entsprechend zu wählen hat.

Dampfdruck nach Atmosphären.	Metallschmelzpunkt in Graden nach		Legirung.		
	Fahrenheit.	Celsius.	Wismuth.	Blei.	Zinn.
1	212	100	8	5	3
1½	203,9	113,3	8	8	4
2	221,9	123,3	8	8	8
2½	234	130	8	10	8
3	238,3	132,4	8	12	8
3½	257,9	143,3	8	16	14
4	261,7	145,4	8	16	12
5	276,8	153,8	8	22	24
6	288,3	160,2	8	32	36
7	299,7	166,5	8	32	28
8	309,6	172	8	30	24

Die Anwendung solcher leicht schmelzbaren Pfropfe war indeß bisher mit mehreren Uebelständen verbunden, namentlich damit, daß der Dampf so lange ununterbrochen ausströmte, bis ein neuer Pfropf eingelegt war, welchen der Dampfstrom gewöhnlich an seinen Platz hinzog.

Wenn aber der Pfropf den Ausweg des Dampfes nicht gleich verschließt, vielleicht durch die Dazwischenkunft eines fremden Körpers, oder wenn ihn die Dampfkraft nicht hinreichend anzieht, so wird der Dampf ebenfalls fortfahren, auszuströmen, und es bleibt nichts übrig, als den Kessel erkalten zu lassen.

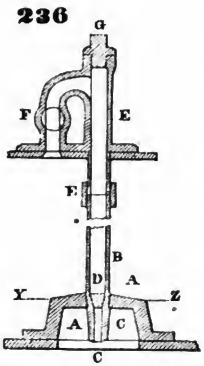
Auch diese Uebelstände hat Chaussenot durch eine Einrichtung zu beseitigen gewußt, wie sie Fig. 236 zeigt.

A ist ein auf entsprechender Stelle des Kesselbodens aufgesetzter Hut oder ein Gehäuse unter dem sich eine seiner Weite entsprechende Oeffnung im Kesselboden befindet; der obere Theil dieses Hutes bestimmt die Linie Y, Z. bis zu welcher der Wasserstand höchstens sinken darf.

B ist die Fortsetzung einer in A eingeschraubten Röhre E, sie dient

Digitized by Google

als Wärmeleiter, um das Schmelzen des Pfropfens D ganz pünktlich zu verursachen, sobald der obere Theil des Hutes nicht mehr mit Wasser bedeckt ist.



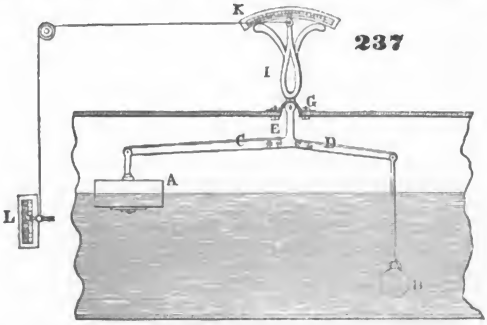
C ist eine Oeffnung des Rohres E, welche, wenn sie durch den leichtschmelzbaren Pfropfen D nicht mehr verschlossen wird, den Dampf in den Feuerraum oder auf den Herd leitet, um zugleich der Verbrennung Einhalt zu thun.

Das Rohr E besteht aus zwei im Innern des Kessels mit einander verbundenen Theilen, woselbst am obern Theile ein mit einem Hahne F versehenes Seitenrohr angebracht ist, welches sich von oben in den Deckel des Kessels öffnet, während die Fortsetzung des gerade aufsteigenden Rohrs E durch den Schraubenkopf G geschlossen ist.

Man erkennt nun leicht, daß wenn der Hahn F offen ist, der Dampf auf D wirkt, dagegen wenn D geschmolzen ist, kann der Dampf durch F abgesperrt, ein Pfropf bei G eingeführt und auf seinem Sitze fest aufgestoßen worden, ohne daß dabei der Dampf hinderlich ist.

So höchst entsprechend die Chaussenotschen Anordnungen im Ganzen sind, so möchte doch gegen den ersten Schwimmer E noch einzuwenden sein, daß bei ihm der durch den Kesseldeckel gehende Metalldraht nicht entfernt ist, der, wenn auch von den schon früher bemerkten Uebeln ähnlicher Apparate einige beseitigt sind, doch den Fehler der Nichtdichtung seiner Stopfbüchse und die Möglichkeit des Verbiegens des Drahtes mit sich führen wird.

Einen Schwimmer, der auch diesen Mängeln begegnet, zeigt Fig 237.



Derselbe wurde zuerst von Albert Schlumberger in Mühlhausen angegeben und er soll sich in jeder Beziehung als vollkommen bewähren.

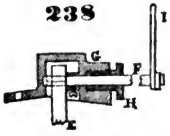
A ist ein schwimmender Stein, gewöhnlich eine Thonplatte;

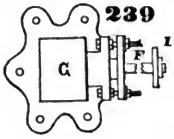
B das Gegengewicht, beide an einem Hebel C, D aufgehangen, dessen Richtung mit der Länge des Kessels parallel läuft.

Auf dem Deckel des Kessels ist eine Stopfbüchse E angebracht, ähnlich der, welche man bei den Dampfzylindern anwendet und wovon Fig. 238 einen Durchschnitt rechtwinklig gegen die Längenrichtung des Kessels ge-

Digitized by Google

nommen; Fig. 239 aber den Grundriß angibt, beide im vergrößerten Maaßstabe gezeichnet. F ist eine horizontal durch die Stopfbüchse gehende Welle, an welcher der Aufhängearm des Hebels C, D befestigt ist und die an ihrem außerhalb liegenden Ende einen Zeiger I trägt. H ist die Drückung oder der Deckel der Stopfbüchse, unter welchem Werg oder andere Dichtungsmittel anzubringen sind; K eine Scala für den Zeiger I, L eine zweite Scala mit Zeiger in der Nähe des Heitzers angebracht.

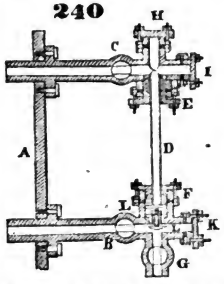




Das Spiel des Apparates ist hiernach leicht erklärbar, zugleich sieht man, daß, wenn sich auch ein Theil der Welle F abnutzt, dennoch das Austreten des Dampfes, durch Anziehen der Drückung H leicht verhütet werden kann, ohne daß merklich an Empfindlichkeit verloren geht.

Außer allen bis jetzt angeführten Vorrichtungen, um den Wasserstand im Kessel beurtheilen zu können, wird es nützlich sein, noch die sogenannten Wasserstandsgläser zu beschreiben, die unter manchen Umständen, namentlich bei Lokomotiv-Dampfmaschinen, von der größten Wichtigkeit sind.

Fig. 240 ist die Abbildung eines solchen Wasserstandsglases.



An eine vertikale Wand des Dampfkessels sind zwei metallene Horizontalröhren so angeschraubt, daß die obere mit dem Dampfraume, die untere mit dem Wasser in Verbindung steht. In diesen Röhren befinden sich Hähne B, C mit Holzgriffen, um jene, auch wenn das Instrument heiß ist, bequem öffnen zu können. Ferner sind an genannten Röhren Stopfbüchsen E, F angebracht, um eine Glasröhre D einsetzen zu können. In einer Fortsetzung der untern Röhre befindet sich ein dritter Hahn G, der zum Ausblasen und Reinigen des Apparates dient. Zum Reinigen im kalten Zustande dienen ferner auch die durch Platten und Schrauben geschlossenen Oeffnungen H, I, K, die erstern hiervon aber überdies noch dazu, um das Glasrohr D in das Gehäuse einschieben zu können.

Endlich ist L ein Ventil, um, wenn das Glasrohr einmal brechen sollte und der Hahn B nicht sogleich geschlossen werden kann, die Ausströmung des heißen Wassers zu verhüten.

Noch sind bis jetzt die Vorrichtungen unerwähnt geblieben, welche man an den Dampfkesseln anbringen muß, um die Größe der Dampfspannung oder die Stärke des Dampfes messen und angeben zu können.

Hiezu dienen die sogenannten Quecksilbervisire, die Manometer oder das Thermometer.

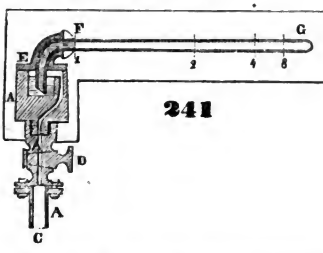
Die Quecksilbervisire bei geringen Dampfspannungen bestehen gewöhnlich aus zweischenkligen, heberförmigen gläsernen Röhren, wovon das kürzere Ende mit dem Dampfraume des Kessels, das längere, aufwärts gebogene, mit der atmosphärischen Luft kommunizirt. Füllt man eine solche Röhre zum Theil mit Quecksilber, so wird, wenn der Dampf stärker drückt, als die Atmosphäre, das Quecksilber in dem mit der Luft kommunizirenden Schenkel steigen und der senkrechte Abstand beider Niveaus genau den Druck des Dampfes über den der Luft angeben.

Sehr oft wendet man statt des zerbrechlichen Glases eine eiserne Heberröhre an, in welchem Falle man einen kleinen Schwimmer, mit einem senkrecht daran befestigten Stäbchen auf das Quecksilber im län-

Digitized by Google

gern Schenkel stellen muß. An dem Hervorragen des Stäbchens, hinter welchem man überdies eine Scala anbringt, läßt sich leicht das Steigen und Sinken des Queckſilbers wahrnehmen. Da das Queckſilber in dem längern Schenkel eben ſo viel ſteigt, als es im kürzern ſinkt, ſo gibt ein am Stäbchen angebrachter Zeiger jedes Mal nur den halben Unterſchied zwiſchen dem Dampf- und Atmoſphärendrucke an.

Bei Maſchinen mit ſehr hohem Drucke müßte der in die Atmoſphäre mündende Schenkel eine ſehr unbequeme Höhe erhalten, weshalb man in dieſen Fällen Manometer anwendet, die den Dampfdruck durch die Zuſammenpreſſung der eingeſchloſſenen Luft angeben. Fig. 241 finden wir ein ſolches abgebildet.



241

A iſt ein gußeiſernes, mit Queckſilber gefülltes Gefäß, in deſſen Körper eine Durchbohrung angebracht iſt, die mit einer Röhre C kommunizirt, welche mit dem Dampfraume in Verbindung ſteht. Das Gefäß A wird durch einen Deckel E geſchloſſen und in deſſen Fortſetzung eine mit Luft angefüllte Glasröhre F, G luftdicht befeſtigt, welche mit ihrem offenen Ende in das Queckſilber des Gefäßes taucht. D iſt endlich ein Hahn, welcher den Dampfausfluß für den Fall verhindert, daß die Glasröhre F, G zerbrochen wird.

Die Einrichtung des Inſtrumentes iſt nun ſo getroffen, daß wenn im Keſſel noch kein Dampf entwickelt, ſondern der obere Raum nur mit Luft gefüllt iſt, das Queckſilber bis F heraufgeht. Läßt man daher durch die Röhre C Dampf von einer Atmoſphäre Spannung in den hohlen Raum des Gefäßes A treten, ſo wird das Queckſilber ebenfalls bei F oder 1 ſtehen; iſt ferner der Dampfdruck zwei Atmoſphären ſtark, ſo wird die Luft, nach dem früher (im Artikel „Dampf“) angegebenen Mariottiſchen Geſetze, nur noch halb ſo viel Raum einnehmen und das Queckſilber bis zu 2 gehen, inſofern 2 in der Mitte von F, G liegt; iſt ferner der Dampfdruck 4 Atmoſphären gleich, ſo ſteht das Queckſilber bei 4, wenn 4 in der Mitte von 2 bis G angenommen wird u. ſ. w. Ueberhaupt erkennt man hieraus, daß wenn man an F, G eine nach einer geometriſchen Progreſſion 1, ½, ⅓, ¼, ⅕ getheilte Scala anbringt, ſo wird dieſe den Dampfdruck in Atmoſphären ausdrücken *).

Sehr oft konſtruirt man das beſchriebene Manometer auch ſo, daß man die Glasröhre F, G nicht umbiegt, ſondern vom Deckel E vertikal aufſteigen läßt, allein dann hat der Dampf die ganze Queckſilberſäule zu tragen und man muß beim Auftragen der Scala eine entſprechende Korrektion vornehmen.

Alle dieſe Manometer führen indeß mehrere Uebelſtände mit ſich. So kann es geſchehen, daß durch eine plötzliche Kondenſation der Dampfe im Keſſel ein Theil der Luft aus der Röhre F, G herausgeht, worauf die Gradeintheilung falſch wird. Eben ſo ſcheint es, daß bei hohem Drucke, ja ſelbſt bei 3 bis 4 Atmoſphären Spannung, das Queckſilber einen Theil vom Sauerſtoffe der Luft abſorbirt, folglich deren Volumen ebenfalls vermindert und die Eintheilung unrichtig wird.

Man ſollte dahre von den Manometern nicht eher Gebrauch machen,

*) Streng genommen muß bei der Eintheilung die nach und nach wachſende Elaſtizität der in der Röhre eingeſchloſſenen Luft mit in Rechnung gebracht werden, indeß vernachläßigt man dieſes gewöhnlich.

Digitized by Google

als wenn man vielleicht bis zu 6 Atmosphären, eine oben offene Röhre, oder das Queckſilberviſir durchaus nicht mehr benutzen kann.

Neuerdings hat Pouillet in Paris ein Manometer angegeben, welches alle genannte Uebelſtände nicht mit ſich führen ſoll, indeß weiß man noch nicht, wie weit ſich dies durch die Erfahrung beſtätigt.

Ein ſehr ſicheres Mittel, die Dampfſpannung im Keſſel zu beobachten, iſt ferner das gewöhnliche Queckſilber-Thermometer.

Man befeſtigt dies mittelſt einer Stopfbüchſe im Keſſeldeckel und läßt die mit einer entſprechenden Hülle umgebene Kugel in den Dampfraum tauchen. Aus der beobachteten Temperatur läßt ſich, wie im Artikel „Dampf“ angegeben, die Spannung leicht berechnen oder mittelſt Tabellen beſtimmen.

Außer allen in dem Bisherigen mit betrachteten Umſtänden, welche eine in jeder Beziehung vollkommene Dampferzeugung nöthig macht, muß hier noch Einiges in Bezug auf die Anordnung der Feueranlagen bemerkt werden.

Höchſt wichtig iſt es bei der Konſtruktion des Ofens, den Feuerzügen und der Eſſe, den jedesmaligen Verhältniſſen entſprechende Dimenſionen zu geben.

So ſollte man den Querſchnitt der Züge und Eſſe dem geometriſchen Inhalte nach immer einander ziemlich gleich machen, die Züge nicht mehr als einmal um den Keſſel herumgehen laſſen und die Eſſenhöhe nicht unmäßig groß annehmen. Gehörig und durchaus weite Eſſen ſcheinen nach den neueſten Erfahrungen weit vorzüglicher als zu enge, namentlich ſich nach oben verengende. Eben ſo wird eine Höhe von 50 bis 60 Fuß, wenn ſonſt alles gehörig angeordnet iſt, vollkommen genügen und nur örtliche oder ähnliche Verhältniſſe ſollten zu den außerordentlichen Höhen von 120, ja 180 Fuß veranlaſſen.

Um den Zug, namentlich in der Eſſe, möglichſt zu befördern, hat man in neuerer Zeit mancherlei Mittel angewandt. Hierher gehört das Einführen eines fortwährenden Dampfſtrahles in die Eſſe, das Anbringen ſogenannter Ventilatoren u. a. m.; allein über alle dieſe Dinge hat die Erfahrung noch nicht vollkommen entſchieden.

Die gewöhnliche Weiſe, das Feuer bei Dampfkeſſeln zu unterhalten, führt in der Regel zu einem doppelten Verluſte an Brennmaterial, ſo wie auch zu einer unregelmäßigen Dampferzeugung. Das Oeffnen der Feuerthüren Behufs des Nachlegens, führt nämlich dem Feuerraum, einmal überflüſſige kalte Luft zu und läßt auch ein andersmal eine Menge ſtrahlender Wärme entweichen. Außerdem entſteht auch ſehr oft ein Verluſt an Brennmaterial durch das geſetzloſe Anhäufen der Kohlen über dem Roſte, wodurch der letztere zuweilen ganz verſtopft wird und eine höchſt unvollkommene Verbrennung eintritt.

Um dies alles zu beſeitigen, hat man, namentlich in England, Vorrichtungen, ſogenannte Selbſtheitzer, in Anwendung gebracht, woran ſich mehrere als höchſt zweckmäßig erweiſen ſollen.

Die eine von Brunton angegebene beſteht in einem kreisförmigen horizontalliegenden Roſte, der ſich um eine unterhalb ſeiner Fläche angebrachte, von der Dampfmaſchine bewegte Achſe dreht. Ueber demſelben befindet ſich ein den ſogenannten Mühlrumpfen ähnlicher Behälter zur Aufnahme der friſchen Kohlen, deſſen Schuh geöffnet und geſchüttelt wird und wodurch die Kohlen nach und nach auf den Roſt fallen. Uebrigens iſt das Ganze ſo regulirt, daß, wenn der Dampfdruck über eine gewiſſe Grenze ſteigt, die Bewegung des Roſtes langſamer wird und zugleich eine geringere Menge Kohlen herabfallen.

Brunton ſchätzt bei dieſer Einrichtung die Erſparung an Brennmaterial 15 bis 20 pro Cent (?).

Eine andere derartige Anordnung iſt die, daß man über der Feueröffnung zwei oder mehrere Rumpfe anbringt, in welchen ſich immer ein Paar geriefte Walzen zum Zerkleinern der Kohlen drehen und die-

Digitized by Google

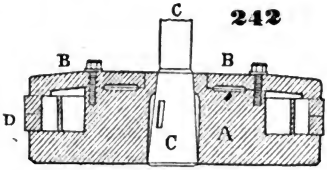
selben von hier aus auf den sich drehenden Rost oder auf Nachlegungsscheiben fallen.

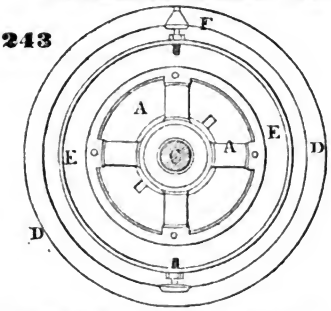
Noch andere Apparate sind von Stanley und John Oldhaim angegeben und zwar ist ein von letzterem konstruirter bereits seit dem Jahre 1821 in der Bank von England in Wirksamkeit, der sich wegen seines guten Erfolges zur allgemeinen Anwendung empfehlen soll.

Nach der bereits früher bemerkten Ordnung würde es nunmehr nothwendig werden, die Haupttheile der eigentlichen Dampfmaschine speziell durchzugehen, namentlich die Dampfzylinder und ihre Dimensionen, eben so die besonderen Steuerungen, die Kolben, Stopfbüchsen, die verschiedenen Mittel zur Senkrechtführung der Kolbenstange u. d. m., allein theils werden diese Gegenstände schon hinlänglich aus dem Vorhergehenden deutlich geworden sein, theils machen sie für eine vollständige Auffassung Rechnungen nothwendig, die Raum und Zweck hier nicht gestatten.

Es mag deshalb nur noch die Einrichtung eines Kolbens beschrieben werden, wie man sie gegenwärtig fast allgemein anwendet.

Fig. 242 stellt den Durchschnitt eines solchen Kolbens und Fig. 243 die Oberansicht desselben, bei aufgehobenem Deckel, dar.





A ist der Hauptkörper des Kolbens oder das Unterstück desselben, B der aufzuschraubende Deckel, C die in A durch einen Keil befestigte Kolbenstange. D, D sind zwei über einander liegende Ringe von Stahl, Schmiede- oder Gußeisen gefertigt, welche statt den sonst angewandten Hanfzöpfen zur Liederung dienen. F ist ein Keil zum Dichten der Ringe und E ein anderer stählerner federharter Ring, welcher mittelst Schraubenköpfen gegen den Keil F drückt und das Ganze in entsprechender Spannung erhält. Sehr oft wendet man statt den über einander liegenden Ringen D, D auch solche an, die sich konzentrisch umgeben, und in Diametral gelegenen Abständen schief aufgeschnitten sind.

Darmsaiten. (Catgut, Corde de boyau.) Zusammengedrehte und getrocknete Schafdärme. Die Därme werden, so wie sie aus dem geschlachteten, noch warmen Schafe kommen, von den Contentis und von anhängendem Fett gereinigt und mit Wasser gewaschen. Man bindet nun eine Anzahl Därme mit den dünnen Enden zusammen, legt sie in eine Waschbütte, und hält sie zwei Tage lang unter Wasser, das man häufig erneuert, wobei sich das Peritonäum und die Schleimhaut lösen. Man legt nun die Därme auf einen schräg geneigten Tisch, der mit dem niedrigeren Ende über die Waschbütte reicht, und schabt sie mit einem Messerrücken, um die äußere Membran in Stücken von der Breite des halben Umfanges herunterzubringen. (Im Französischen werden diese abgelösten Membranen flandre, und die Arbeit, durch die sie gewonnen werden, filer genannt.) Es ist hiebei wesentlich, mit dem dünneren Ende des Darmes den Anfang zu machen, weil nur so das vollständige Abziehen der äußeren Membran möglich ist. Diese nämlich

Digitized by Google

findet noch eine nützliche Anwendung, theils zum Zusammennähen mehrerer Därme, theils um Schnüre zur Anfertigung von Feuerwerken daraus zu machen.

Die abgezogenen Därme kommen nun auf's Neue in frisches Wasser, bleiben eine Nacht darin liegen, und werden am nächsten Tage nochmals abgeschabt. Die dickeren Enden werden nun abgeschnitten, und an die Wurstmacher verkauft, die Därme noch eine Nacht in frisches Wasser, und am folgenden Tage in eine alkalische Lauge eingelegt, die aus ½ Pfund Pottasche, und ebensoviel Perlasche auf jeden Eimer Wasser angefertigt wird.

Man gießt nämlich die Lauge auf die Därme, läßt sie zwei bis drei Stunden darauf stehen, gießt sie wieder ab, und wiederholt diese Behandlung so lange, bis die Därme vollständig gereinigt sind. Demnächst werden sie durch einen messingenen Ring mehrmals hin und her gezogen, und dabei mit dem Fingernagel angedrückt, wodurch sie die nothige Glätte und Gleichförmigkeit erlangen. Endlich sortirt man sie ihrer Dicke nach, um sie demgemäß für verschiedene Zwecke verschieden zuzubereiten.

Darmsaiten zum Beflechten der Peitschenstöcke werden auf die Art gemacht, daß man mehrere Därme mit den zugeschärften Enden zusammennäht, und sie nun geradezu, ohne mehrere zusammen zu legen, dreht, worauf sie ein oder zwei Mal geschwefelt werden. Schwarz färbt man sie mit schwarzer Tinte, hellroth mit rother Tinte, die durch die schwefelichte Säure vom Schwefeln sich hellroth färbt. Die Substanz der Darmsaiten ist sehr geneigt, Farbstoffe mit sich zu verbinden, daher diese Färberei mit keinen Schwierigkeiten verknüpft ist. Die soweit fertigen Saiten werden nur noch geglättet, getrocknet und zusammengewunden.

Darmsaiten für die Hutmacher zum Beziehen der Fachbogen. Man nimmt hiezu die längsten und dicksten Schafdärme, und dreht ihrer 4, 6, 8, 10 oder 12 zusammen, um so eine einzige dicke Saite von 15 bis 25 Fuß Länge darzustellen, die von allen Spalten und Knötchen völlig frei sein muß. Ist sie halbtrocken, so muß sie ein oder zwei Mal den Dämpfen von brennendem Schwefel ausgesetzt, ausgereckt, geglättet und egalisirt werden; worauf man sie in etwas angespanntem Zustande trocknen läßt. —

Uhrmacherſaiten; zum Bespannen der Drehbögen. — Diese müssen ungemein dünn sein, und daher aus sehr dünnen, oder der Länge nach zu zwei Hälften aufgeschnittenen Därmen angefertigt werden. Um diesen Schnitt ganz gleichmäßig zu vollführen, dient eine Art Lanzette, die an ihrer Spitze eine bleierne oder hölzerne Kugel trägt. Zieht man den Darm über die Kugel, die zur richtigen Führung dient, und über das dahinter befindliche zweischneidige Messer hinweg, so wird er genau in zwei gleiche Hälften zerschnitten. Das Messer ist hiebei unverrückbar befestigt, und der Arbeiter zieht mit jeder Hand eine der beiden Hälften des Darmes fort. Die Uhrmacher brauchen übrigens auch dickere, aus zwei oder mehreren Därmen zusammengedrehte Saiten zum Aufhängen der Gewichte. —

Saiten zu musikalischen Instrumenten, Violinen, Guitarren, Harfen u. dgl. Diese erfordern die allergrößte Sorgfalt und Geschicklichkeit von Seiten der Arbeiter. Besonders die dünneren Saiten sind ganz schwierig zu machen. Die besten werden in Neapel fabrizirt, wahrscheinlich, weil die dortigen Schafe ihrer Kleinheit und Magerkeit wegen das beste rohe Material liefern. Schon gleich das erste Beschaben muß mit vieler Sorgfalt Statt finden, und die Laugen, die man durch Zusatz von ein wenig Alaun klärt, werden bei den aufeinanderfolgenden Güssen immer konzentrirter angewandt, bis die Därme nach Verlauf von 4 oder 5 Tagen recht hell gefärbt und aufgeschwollen erscheinen. Sie kommen nun durch den Ring, werden abermals im

Digitized by Google

Laugenbad gereinigt, gewaschen, gedreht, zwei Stunden lang geschwefelt und getrocknet. Endlich gibt man ihnen durch Reibung mit einer Schnur von Pferdehaaren eine Art Politur.

Schon lange sind Klagen darüber laut geworden, daß in England nicht eben so gute Saiten gemacht werden, wie in Italien. Die englischen Saiten werden aus dem Peritonäum der Schafdärme gemacht, und besonders in Whitechapel und wahrscheinlich auch noch an anderen Orten in bedeutenden Quantitäten fabrizirt und in den Handel gebracht. Der Hauptfehler dieser englischen Saiten ist zu große Schwäche, daher dann besonders die dünneren Saiten schon beim Stimmen der Instrumente leicht zerreißen. Sie sind übrigens genau von der richtigen Dicke, und geben einen sehr klaren und klingenden Ton.

Es ist eine bekannte physiologische Thatsache, daß die Membranen magerer Thiere weit zäher sind, als die von fetten, wohlgenährten Thieren, daher es denn kaum einem Zweifel unterliegt, daß die Vortrefflichkeit der Italienischen Saiten der Magerkeit der dortigen Schafe zuzuschreiben ist. In London, wo magere Thiere nie geschlachtet werden, wo im Gegentheil auf den höchstmöglichen, ganz unnöthigen Grad von Fettheit besonders bei Schafen das größte Gewicht gelegt wird, werden daher nie gute Saiten von ausgezeichneter Haltbarkeit erzielt werden können. Die Fabrikation guter Darmsaiten im Großen wird daher wohl stets auf solche Gegenden beschränkt bleiben müssen, in denen die Schafe auf schmälere Kost gesetzt sind, und zum Behuf der Schlächterei nicht fett gemacht werden. Ure empfiehlt daher, Versuche mit den Schafen des Hochlandes anzustellen, indem notorisch die Därme und alle membranösen Theile der Hochlandschafe von sehr zäher und fester Beschaffenheit seien.

Destillirapparat. (Still. Alembic.) Einer der wichtigsten chemischen Apparate zum Zweck, Flüssigkeiten zu verdampfen, und die Dämpfe wiederum zu tropfbarer Flüssigkeit zu verdichten. Nach dieser gedoppelten Bestimmung zerfällt jeder Destillirapparat in zwei Haupttheile: 1. den zur Verdampfung dienenden, der bei Operationen im Kleinen gewöhnlich in einer Retorte oder einem Kolben, im Großen in einer sogenannten Blase besteht, und 2. der Kühlvorrichtung zur Verdichtung der Dämpfe. Der allgemeine Zweck der Destillation kann ein sehr verschiedener sein; sehr gewöhnlich aber besteht er darin, eine flüchtigere Flüssigkeit von einer weniger flüchtigen, oder auch von einer gar nicht flüchtigen Substanz zu trennen.

Die einfachste Gestalt eines Destillations-Apparates im Kleinen besteht in einer Retorte, deren Hals geradezu in eine Vorlage, d. h. ein gewöhnlich mehr oder weniger kugelförmiges Gefäß, das äußerlich abgekühlt wird, hineinreicht, oder in einem Kolben, dessen aufrecht stehender Hals einen genau aufpassenden Kopf oder Helm trägt, von welchem aus eine schräg abwärts gehende Röhre die Dämpfe und die in dem Helm verdichtete Flüssigkeit in eine Vorlage leitet. Da hiebei ein Theil der Flüssigkeit aus dem Halse der Retorte, oder dem Schnabel des Helms tropfenweise abfließt, so hat die ganze Operation nach dem Lateinischen Worte destillare, abtröpfeln, ihren Namen erhalten. Die ausgedehnteste Anwendung finden die Destillirapparate in der Branntweinbrennerei, um den Alkohol aus der gegohrenen Flüssigkeit abzuscheiden, daher denn auch der gegenwärtige Artikel sich auf die zur Branntweinbrennerei in England üblichen Apparate beschränken kann.

Hinsichtlich der schnellen Arbeit und Produktivität sind wohl nirgend wirksamere Destillirgeräthe in Anwendung gewesen, als vor etwa 30 Jahren in Schottland; wo die Branntweinsteuer jährlich nach dem Inhalt der Destillirblase entrichtet wurde. Als im Jahre 1799 das Unterhaus die Besteuerung des Branntweins einer Revision unterzog, und zu dem Ende die nöthigen Nachrichten sammelte, ergab es sich, daß eine Blase von 80 Gallons (nahe 320 Quart) Inhalt und der damals

gebräuchlichen Einrichtung in Zeit von 8 Minuten abgetrieben werden konnte, in Folge dessen denn eine neue Blasensteuer eingeführt wurde, wobei die eben genannte Schnelligkeit als Maximum zum Grunde lag. Die hohe Steuer, und der durch Umgehung derselben zu erzielende enorme Gewinn mußte die Branntweinbrenner anfeuern, auf Mittel zu denken, die Produktivität ihrer Destillirapparate noch weiter zu treiben, und so brachten sie es denn bald dahin, mittelst ganz flacher Blasen von großem Durchmesser, und geräumigem Helm, die schonungslos geheizt wurden, und um das Anbrennen der Maische zu verhüten, mit einer Rührvorrichtung versehen waren, deren Ketten beständig auf dem Boden umhergeschleift wurden, dieselbe Menge in Zeit von 3 Minuten abzutreiben.

Endlich im Jahre 1815 wurde die Steuererhebung nach dem Blasenraume ganz abgeschafft, und eine andere Erhebungsart nach dem verarbeiteten und produzirten Quantum eingeführt, wo denn alsbald jene Apparate verschwanden, und einem geregelteren, weniger Brennmaterial konsumirenden Destillationsverfahren Platz machten.

Eine der wichtigsten Verbesserungen der neueren Zeit besteht darin, aus der gegohrenen Flüssigkeit durch eine einzige Destillation fertigen Branntwein und selbst Spiritus darzustellen.

Schon lange war der Woulfe'sche Apparat, um Wasser in einer Reihe mit Röhren verbundener Flaschen mit gasförmigen Stoffen zu imprägniren, den Chemikern bekannt gewesen, ohne daß einer daran gedacht hätte, diesen Apparat zu einer eigentlichen Destillation zu benutzen, als Edward Adam, ein ungebildeter Arbeiter in Montpellier, der zufällig bei einer chemischen Vorlesung zugegen war, wo von dem Woulfe'schen Apparate gehandelt wurde, auf den Gedanken kam, ihn in eine Destillirvorrichtung umzuwandeln. Er ließ die siedendheißen Dämpfe von kochendem Wein in eine Reihe Woulfe'scher Flaschen einströmen, und trieb so den Alkohol von einer Flasche in die andere über, wobei sich dann in den aufeinanderfolgenden Flaschen Weingeist von immer zunehmender Stärke und Reinheit bei einer und derselben Kochung ansammelte.

Er erhielt im Jahre 1801 ein Patent auf seine Erfindung, und machte schon mit seinen ersten kleinen Apparaten so viel Glück, daß er in seiner Vaterstadt eine sehr großartige Destillerie anlegen konnte, die die Bewunderung aller Techniker der Zeit einerntete. Im November 1805 wurde ihm ein zweites Patent auf mehrere Verbesserungen an seinem Apparate ertheilt.

Adam war über das Gelingen seiner ersten Versuche so entzückt, daß er durch die Straßen von Montpellier lief, und Jedermann von seiner wunderbaren Erfindung erzählte. So traten denn bald mehrere Mitbewerber auf, unter denen besonders Solimani, Professor der Chemie in Montpellier und Isaak Berard, Destillateur im Departement du Gard, welche ähnliche, auf dasselbe Prinzip der kontinuirlichen Destillation gegründete Apparate, nur in abgeänderter Gestalt angaben, und so an dem Gewinn der neuen Erfindung Theil nahmen.

Das Prinzip, auf welches sich dieses Verfahren gründet, ist sehr einfach. Die Temperatur, bei welcher Alkohol von verschiedenen Stärkegraden kocht, also in dampfförmigem Zustande bestehen kann, ist verschieden, und im Allgemeinen um so niedriger, je stärker der Alkohol, wie sich aus der folgenden Tabelle ergibt.

Spez. Gewicht.	Siedepunkt.	Spez. Gewicht.	Siedepunkt.
0,7939	75°,8 C.	0,8375	82°,8 C.
0,8034	75,5 „	0,8631	84,0 „
0,8118	75,8 „	0,8765	86,1 „

Digitized by Google

Spez. Gewicht.	Siedpunkt.	Spez. Gewicht.	Siedpunkt.
0,8194	76,1 C.	0,8892	87,8 C.
0,8265	78,0 „	0,9013	90,0 „
0,8332	78,6 „	0,9126	91,7 „
0,8397	79,4 „	0,9234	92,8 „
0,8458	80,5 „	0,9335	94,0 „
0,8518	81,7 „		

(M. s. hierüber noch den Art. („Alkohol.“) Wenn also alkoholhaltige Dämpfe vor ihrem Eintritt in den eigentlichen Kühlapparat in einen Raum gelangen, in welchem sie zwar nicht ganz, aber doch um mehrere Grade abgekühlt werden, so muß sich ein Theil von ihnen niederschlagen, und zwar so lange, bis der noch unverdichtete Dampf der Temperatur des Raumes entspricht; mithin verhältnißmäßig reicher an Alkohol ist, als vorher. Gesetzt z. B., man leitete die Dämpfe von wasserhaltigem Alkohol von 0,9013 spez. Gew., die eine Temperatur von 90° besitzen würden, in einen Behälter, dessen Temperatur man durch irgend eine Einrichtung auf 79°, 4 erhielte; so würde sich vorzugsweise Wasser, als der weniger flüchtige Theil der Dämpfe, wenn gleich in Verbindung mit einer gewissen Menge Alkohol, verdichten, und diese Verdichtung würde erst dann aufhören, wenn der noch unverdichtete Dampf verhältnißmäßig so reich an Alkohol geworden wäre, daß er bei 79°, 4 existiren könnte, oder, was dasselbe ist, daß er bei seiner nachherigen Verdichtung einen Weingeist von 79°, 4 Kochpunkt, oder 0,8397 spez. Gew. liefern würde. Der größte Theil des Wassergehaltes würde sich also nebst etwas Alkohol in jenem Behälter verdichten, und nur Dämpfe von starkem Weingeist könnten überbleiben, um nun in den Kühlapparat überzugehen und hier verdichtet zu werden. Bei diesem Destillationsverfahren stellt sich noch der sehr wichtige Nebenvortheil heraus, daß sich auch das weniger flüchtige Fuselöl mit dem Wasser niederschlägt, und daher ein sehr reiner Spiritus erhalten wird.

Ein vollständiger Branntwein-Destillir-Apparat nach diesem System besteht also aus drei Haupttheilen: der Blase, dem Rektifikator und der Kühlvorrichtung. Als die vollkommenste, sich namentlich auch für die Kornbranntweinbereitung vorzüglich gut eignende Vorrichtung wird der in den Figuren 244, 245, 246, 247 und 248 dargestellte Apparat vom Dr. Ure bezeichnet; er soll 1. in einer Operation sämmtlichen, in der Würze oder dem Wein enthaltenen Alkohol in Gestalt von Branntwein oder Spiritus von jeder beliebigen Stärke und in großer Reinheit abscheiden; 2. große Ersparung an Zeit, Arbeit und Brennmaterial gewähren; 3. jede Gefahr des Zerspringens, und des Uebersteigens der Würze vermeiden. Die gemischten Dämpfe gelangen aus der Blase a durch die Röhre b in den Rektifikator g g, in welchem sie mit einer sehr großen, durch ein Wasserbad und eine Vorrichtung zur Selbstregulirung der Temperatur erwärmten metallischen Oberfläche in innige Berührung kommen. Der Hals h, der Blase a steigt schräg aufwärts, und tritt bei e von unten in den Rektifikator, dessen oberes Ende durch ein Rohr mit der Kühlvorrichtung Fig. 246 in Verbindung steht. Zwischen dem oberen und unteren Raume ee, ee des Rektifikators ist eine Anzahl paralleler, langer, dabei schmaler Kasten oder Kanäle ddd, eingenietet, die den alleinigen Weg zum Aufsteigen der Dämpfe von dem unteren in den oberen Raum des Rektifikators abgeben. In jedem dieser Kasten liegen eine Menge schmaler rinnenförmiger Bleche entweder ganz horizontal, oder ein wenig geneigt, die in Fig. 245 und 246 im Querschnitt angedeutet, in Fig. 248 aber im Längendurchschnitt abgebildet sind. Die Pfeile zeigen in dieser letzteren Figur die Richtung, in welcher das verdichtete Wasser in den Rinnen fortfließt, und von einer in

Digitized by Google

die andere fällt, um endlich durch das Rohr b in die Blase zurück zu fließen. Sämmtliche Rinnen einer Abtheilung sind mittelst mehrerer vertikaler Stangen, die mitten durch sie hindurch gehen, verbunden, so daß man nach Abnehmen des Deckels f die Rinnen leicht aus den Abtheilungen oder Kasten heraushe-ben kann, um so-wohl sie, wie auch die Kasten bequem reinigen zu kön-nen. Die Zwischen-räume ii, zwischen den Kasten oder Kanälen bleiben seitwärts ganz frei, so daß das Wasser des Was-serbades, von wel-chem der ganze Rektifikator umge-ben ist, zu den Seitenwänden der Kanäle freien Zu-tritt findet, um die nöthige gelinde Kühlung zu be-wirken.

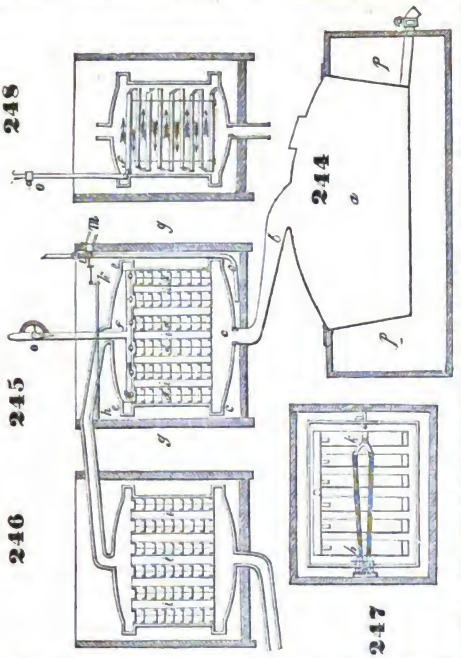


Fig. 247 stellt denselben Rektifi-kator in horizon-talem Durchschnitt in der Ebene des jetzt noch näher zu beschreibenden Thermostats h k vor.

Es ist bereits oben gezeigt, daß die Stärke des, in einem solchen Apparate durch *theilweise* Dampfverdichtung zu erhaltenden Spiritus gänzlich von der Temperatur des Apparates abhängt, und daß, je höher die Temperatur, um so wasserhaltiger; je niedriger dieselbe, um so konzentrirter der Spiritus ausfällt, wobei es wohl nicht der nach-träglichen Bemerkung bedarf, daß die Temperatur des Rektifikators nie unter den Siedpunkt des stärksten Alkohols, der überhaupt mit einem solchen Rektifikator dargestellt werden kann, sinken darf, indem sonst der sämmtliche Alkohol zur Verdichtung gelangen, und in die Blase zurück-fließen würde. Um also die Temperatur des Apparats genau reguliren zu können, ist ein Wärmeregulator oder Thermostat vorhanden, der den Zufluß des Kühlwassers zu dem Wasserbade, worin sich der Rekti-fikator befindet, entweder vermindert oder vermehrt, je nachdem die Temperatur einer Erhöhung oder einer Erniedrigung bedarf. Der Thermostat selbst besteht aus zwei Stangen, deren jede wiederum aus einer flachen Stahl- und einer eben solchen Messingstange in der Art zusammengenietet ist, daß die Messingstangen nach der Mitte zu liegen, also einander zugewandt, die Stahlstangen dagegen der Außenseite zu-gekehrt sind. Diese Doppelstangen haben bei h ihre Befestigung, stehen dagegen bei k mittelst kurzer Zugstangen mit der horizontalen Stange l in Verbindung, welche wiederum auf einen Hahn der Kaltwasserröhre

Digitized by Google

wirkt. Messing dehnt sich beim Erwärmen stärker aus als Stahl. Wenn daher jene aus Messing und Stahl zusammengesetzten Stangen erwärmt werden, so krümmen sie sich nach der Seite des Stahles zu, biegen sich also auseinander, und üben so mittelst der kleinen Zugstangen auf die Stange l, und dadurch auf den Hahn einen Zug aus, und öffnen diesen. Je höher also die Temperatur des Wasserbades steigt, um so weiter öffnet sich der Hahn, und um so rascher wird der Zufluß des kalten Wassers, so daß mithin die Temperatur ein bestimmtes Maximum nicht überschreiten kann. Um nun aber dieses Maximum nach Erforderniß steigern oder herabbringen zu können, je nachdem man schwächeren oder stärkeren Spiritus darzustellen beabsichtigt, ist es nöthig, den Befestigungspunkt h des Thermostates verrücken und stellen zu können. Denn es ist einleuchtend, daß je weiter der Thermostat nach der Seite des Hahns zu vorgeschoben wird, sich um so später dieser öffnen, und um so höher die Temperatur des Apparates steigen wird; und umgekehrt. Hiezu dient nun eine Stellschraube bei h, durch deren Rechts- oder Links-Drehen man es also in seiner Gewalt hat, nach Belieben stärkeren oder schwächeren Spiritus zu erzielen. o, Fig. 245 und 248 ist eine, mit einem Hahn versehene Röhre, welche mit einer horizontalen Röhre pp innerhalb des Rektifikators kommunizirt, und zum Einleiten von Maische in den Apparat dient. Die Röhre pp hat über jeder Reihe der oben erwähnten Rinnen dd eine Oeffnung, durch welche die Maische sich in die obersten Rinnen ergießt, um von diesen dann langsam über die folgenden herabzufließen, und endlich in die Blase zu gelangen. Das Ausflußrohr m dient zum Ablassen des Kühlwassers.

Die Behandlung dieses Apparates ist nun leicht zu verstehen. Man läßt zu Anfang so viel Maische in die Blase einfließen, daß der Boden hinlänglich bedeckt ist, und durch das Feuer nicht leiden kann, läßt aber das Hauptquantum der Maische noch in dem Vorrathsbehälter zurück. Wenn die Maische in der Blase so lange im Kochen gewesen ist, daß die Temperatur des Wasserbades 80° C erreicht hat, so stellt man den Thermostat, und öffnet nun den Zuleitungshahn der Maischröhre o in dem Grade, daß die Maische in einem mäßigen Strom sich über die Rinnen ergießt. Um die genaue Stellung auch dieses Hahnes in seiner Gewalt zu haben, trägt er einen Zeiger, der sich über einem Gradbogen dreht.

Indem sich solchergestalt die kalte Maische (oder der Wein) in einem dünnen Strom über eine so große Oberfläche ausbreitet, wird die Hitze des Apparates, die sonst durch die einströmenden Dämpfe sehr schnell steigen würde, gemäßigt, daher denn auch nur eine verhältnißmäßig geringe Menge von kaltem Wasser dem Wasserbade zugeleitet werden darf, mithin nur wenig Brennmaterial auf die Rektifikation verwandt wird. Die Maische selbst aber wird während ihres langsamen Fortfließens in den Rinnen bis zum Siedpunkte erhitzt, und unterliegt so einer kräftigen Dampfdestillation. Indem nämlich die aus der Blase einströmenden fast reinen Wasserdämpfe mit der alkoholhaltigen Maische in einem Apparate in Berührung kommen, dessen Temperatur unter dem Siedpunkte des Wassers erhalten wird, so verdichtet sich der größte Theil der Wasserdämpfe, entwickelt aber durch die bei seiner Verdichtung frei werdende Wärme eine entsprechende Menge Alkohol in Dampfgestalt aus der Maische, so daß sich gewissermaßen der Wasserdampf gegen Alkoholdampf austauscht.

Man erreicht hier den größten Effekt in der kürzesten Zeit mit den geringsten Kosten an Arbeitslohn und Brennmaterial, ohne daß in der Blase ein irgend vermehrter Druck eintritt, da der Dampf freien Abzug findet, während fast bei allen anderen, zu ähnlichem Zweck angegebenen Apparaten die in der Blase entwickelten Dämpfe sich oft durch mehrere Flüssigkeitsschichten gewaltsam ihren Weg bahnen müssen,

Digitized by Google

daher denn auch zur Erzeugung des nöthigen Dampfdruckes eine erhöhte Temperatur der siedenden Maische nöthig wird, die wiederum vermehrten Aufwand an Brennmaterial, Gefahr des Anbrennens der Maische und andere Uebelstände mit sich bringt.

Gegen Ende der Operation, wenn sich nämlich sämmtliche Maische oder Schlempe in der Blase angesammelt hat, ist es, da das Auffangen der letzten Antheile Alkohol in konzentrirtem Zustande sehr zeitraubend sein würde, zweckmäßiger, den Thermostat auf eine höhere Temperatur zu reguliren, so daß das Wasserbad heißer werden, und der Alkohol schneller, wiewohl auch schwächer, übergehen kann. Man fängt ihn dann allein für sich auf, und benutzt ihn bei einer nächstfolgenden Operation zur anfänglichen Beschickung der Blase.

Der beschriebene Apparat läßt sich übrigens auch als ein einfacher Rektifikationsapparat anwenden, ohne daß man Maische durch ihn hindurchleitet. Die rinnenförmigen Bleche haben in diesem Falle den Vortheil, die aus der Blase eintretenden Dämpfe zu nöthigen, mit den Wänden des Apparates in die genaueste Berührung zu treten, ihre wässerigen und flüssigen Theile abzusetzen, und in so geläutertem Zustande in die Kühlvorrichtung überzugehen.

Jeder gewöhnliche Destillirapparat kann ohne Schwierigkeit nach dem eben beschriebenen Prinzip eingerichtet werden, indem man nur den Rektifikator zwischen den Helm der Blase und die Kühlschlange einschaltet; das Wesentliche desselben liegt, wie man ersieht, in dem beweglichen System von kleinen Rinnen, die in metallene, durch Wasserschichten getrennte Behälter eingesetzt werden, sowie in dem Thermostat. Statt des gewöhnlichen Schlangenrohrs kann aber auch ein ganz ähnlich konstruirter Kühlapparat, Fig. 246, angewandt werden, der aber stets mit ganz kaltem Wasser versehen wird, folglich auch der thermostatischen Einrichtung nicht bedarf.

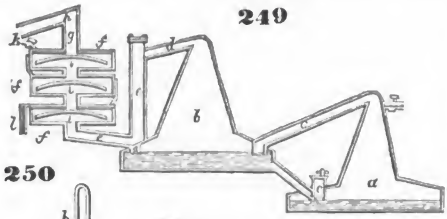
Da in Brennapparaten, deren Boden unmittelbar der Einwirkung des freien Feuers ausgesetzt ist, der Spiritus leicht einen etwas brenzlichen Geschmack annimmt, so kann man, um dies zu vermeiden, die Blase durch ein Bad von Pottaschenlösung pp (Fig. 244) erwärmen, welches eine Temperatur von 150° annimmt, mithin die Maische zum vollen Sieden bringen kann, ohne daß ein Anbrennen möglich wäre.

Im März 1830 ist ein sehr zweckmäßiger, von D. T. Shears in Southwark erfundener Destillirapparat patentirt, der sich auf ein anderes, im Jahre 1818 dem Joseph Corty ertheiltes Patent gründet. Dieser letztere Corty'sche Apparat ist in Fig. 249 abgebildet, und besteht aus einer ersten Blase a, deren Helmrohr c in eine zweite Blase b eintritt, und sich unter der Oberfläche der darin enthaltenen Maische öffnet. Das Helmrohr d der zweiten Blase mündet in ein weites vertikales Rohr e ein, dessen unteres, schräg aufwärts gebogenes Ende zu dem Rektifikator führt, zugleich aber auch durch ein kurzes Rohr mit dem unteren Raume der zweiten Blase in Kommunikation steht. Der eigentliche Rektifikator besteht aus mehreren über einander befindlichen flach zylindrischen Behältern, die durch kurze Röhren oder Hälse mit einander in Verbindung stehen. Von dem oberen dieser Behälter oder Beckenapparate führt die Röhre g h die nicht kondensirten alkoholreichen Dämpfe in das Schlangenrohr ab. Um die Dämpfe während ihres Durchganges durch den Apparat mit seinen Außenwänden in innige Berührung zu bringen, befindet sich in jedem der flachen scheibenförmigen Behälter eine konkave, horizontalliegende Scheibe i, die mit ihrer Peripherie nur wenig von der Außenwand absteht, so daß die einströmenden Dämpfe zuerst unter die hohle Fläche der ersten Scheibe treten, sich zwischen ihrem Rande und der Außenwand des Behälters hindurchzwängen müssen, und über ihr wieder der Mitte zuströmen, um in dem zweiten Behälter denselben Weg zurückzulegen, u. s. f. Was sich hiebei von den Dämpfen verdichtet, fließt in die zweite Blase zu-

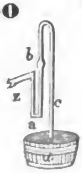
Digitized by Google

rück, während die nicht kondensirten Dämpfe in die Schlange übergehen. Da jedoch der Beckenapparat durch bloße Berührung mit der umgebenden Luft nicht hinlänglich gekühlt werden würde, so wird durch einen Hahn k beständig kaltes Wasser auf die zur Aufnahme des Wassers mit einem Rande versehene obere Fläche des oberen Beckens geleitet, fließt von hier durch eine kurze Röhre auf das zweite, und von diesem auf das dritte Becken, um endlich durch die Röhre l abzufließen. Ist die Maische in der ersten Blase abgetrieben, so zieht man die Schlempe ab, läßt durch einen Hahn die Maische der

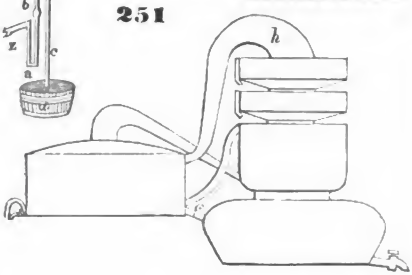
249



250

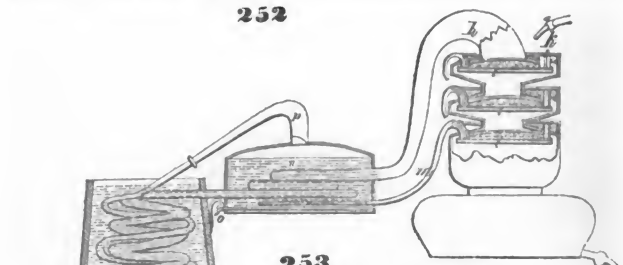


251

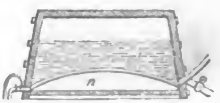


zweiten Blase, oder des Maischwärmers in die erste einfließen, beschickt jenen mit neuer Maische und so fort. Der Ausfluß des Alkohols aus der Schlange wird durch die in Fig. 250 dargestellte Einrichtung vermittelt,

252



253



deren Zweck darin besteht, sowohl dem Alkohol als auch dem kohlensauren Gase, das sich aus der gegohrnen Flüssigkeit während der Destillation entwickelt, freien Ausweg zu gestatten, ohne aber durch den Zutritt der atmosphärischen Luft in das Innere des Apparates einen Luftwechsel eintreten zu lassen, der nur Verlust an Alkohol nach sich ziehen würde. Die Einrichtung besteht in einer dreifach gebogenen Röhre,

Digitized by Google

welche bei b mit der unteren Mündung der Schlange kommunizirt, und durch den Schenkel a, und das Ausflußrohr z den Alkohol abfließen läßt, während der abwärts gebogene Schenkel c in ein Gefäß mit Wasser d eintaucht, und dadurch zwar den Austritt der Kohlensäure, nicht aber den Eintritt der atmosphärischen Luft gestattet*).

Der spätere, von Shears angegebene, auf die Corty'sche Einrichtung sich gründende Apparat, der im Jahre 1830 patentirt ist, hat die in Fig. 251, 252 und 253 dargestellte Einrichtung.

Der durch einen ganz kurzen Hals von der Blase getrennte Helm ist sehr geräumig, um das Ueberkochen der Maische zu verhindern. Der Refrigerator mit drei Becken ist genau von derselben Einrichtung wie der Corty'sche, nur daß statt der einfachen konkaven Scheiben flache hohle Scheiben vorhanden sind, durch welche das Kühlwasser hindurchfließt, um erst von hieraus durch ein kurzes abwärts gekrümmtes Rohr auf das nächste Becken zu gelangen. Nachdem das Wasser über und durch alle drei Becken seinen Weg genommen, fließt es durch die Röhre m, die in dem Maischwärmer n mehrere Windungen macht, um hier die Wärme, die sonst verloren sein würde, noch nützlich zu verwenden, und zum Vorwärmen der Maische zu benutzen, worauf es endlich, nach Absatz seiner Wärme, durch das Rohr o abläuft.

Statt der letztbeschriebenen Einrichtung schlägt der Patentträger auch einen Maischwärmer mit doppeltem Boden aus dünnem Kupferblech vor, über welchem die Maische sich befindet, während das heiße Wasser in den unteren Raum geleitet wird, wie sich aus Fig. 253 ergibt. Das von dem oberen Boden ausgehende Dampfrohr h macht ebenfalls mehrere Windungen in dem Maischwärmer, so daß die Dämpfe hier größtentheils verdichtet werden, und die dabei freiwerdende Wärme zum Vorwärmen verwandt wird, und geht endlich in die Schlange des Kühlapparates über, deren unteres Ende mit dem vorhin beschriebenen Ausflußapparate Fig. 250 versehen ist. Da sich die in dem Vorwärmer enthaltene Maische leicht bis zum Kochen erhitzt, und also schon hier eine Destillation beginnt, so ist durch einen Helm nebst Schlange, die sich in derselben Kühlgeräthschaft befindet, für die Verdichtung der Dämpfe gesorgt.

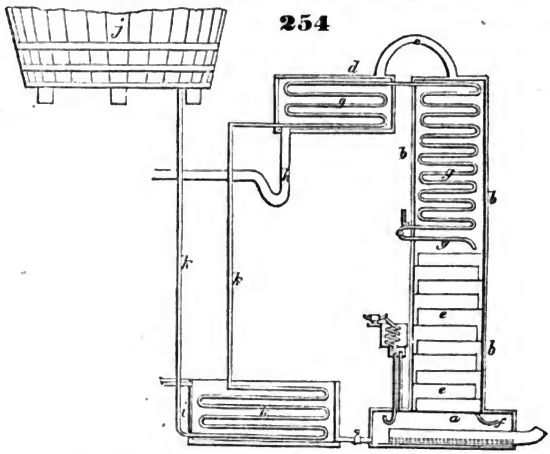
Ein anderer Apparat, der schon in mehreren Brennereien Eingang gefunden hat, und große Ersparung an Brennmaterial, Arbeit und Zeit, jedoch ohne sehr große Aufmerksamkeit einen wenig reinen Spiritus liefern soll, ist von Aeneas Coffey angegeben, und im August 1830 patentirt. M. s. Fig. 254. Der Rektifikator dieses Apparates besteht aus einem flachen Behälter a, auf welchem ein hoher weiter vierseitiger Kasten b, b, b ruht. In der unteren Hälfte desselben sind eine Menge horizontale Abtheilungen durch eingelegte Kupferbleche c, c gebildet, die mit dreien Seiten an die Seitenwände des Kastens anschließen, deren vierte Seite jedoch rechtwinklig abwärts gebogen ist und hier ganz nahe, aber nicht völlig bis auf die nächste Platte herabreicht, so daß die, auf die oberste dieser Platten gelangende Maische langsam über sie hinwegfließt, sich durch die schmale Spalte zwischen ihrem abwärts gekehrten Ende und der nächsten Platte hindurch zwängt, den Weg über die zweite Platte zurücklegt, und sofort, bis sie endlich von der letzten durch eine kurze Röhre k in den Behälter a abfließt. Die in dem Reservoir j befindliche Maische hat, bevor sie auf die Platten gelangt, eine lange Röhrenleitung k, k, k, g, g, g zu durchströmen, die erst abwärts geht, hierauf in dem Behälter i mehrere Windungen macht, sich nun wieder erhebt, durch einen anderen Behälter, den Kondensator

*) Wer erkennte nicht in dieser, ums Jahr 1818 in England patentirten Corty'schen Destillirgeräthschaft eine, mit Ausnahme kleiner, unwesentlicher Abänderungen, getreue Nachbildung des, im Jahre 1817 in Preußen patentirten Pistorius'schen Apparates?! D. Beard.

Digitized by Google

d. hindurchgeht, endlich auch in dem Kasten b. b sich schlangenförmig herabwindet und sich nahe über der obersten Platte endigt. Die Maische wird mit möglichster Schnelligkeit, um das Absetzen von schleimigen und

254



anderen in ihr suspendirten Theilen in der engen Röhre zu verhindern, am besten mittelst einer Pumpe, hindurchgetrieben, und bei dem Durchgange durch die verschiedenen heißen Räume fast kochend heiß über die Platten des Rektifikators ausgeleert. Während solcher Gestalt die Maische ihren Weg durch den Rektifikator nimmt, wird durch eine, in den unteren Behälter a hineinreichende weite Dampfröhre, die mit vielen feinen Oeffnungen versehen ist, Wasserdampf aus einem Dampfkessel eingeleitet, der seinen Weg in umgekehrter Richtung von unten aufwärts durch den Rektifikator nimmt. Um nun aber den aufwärts strömenden Wasserdampf mit der Maische in die innigste und vielfältigste Berührung zu bringen, und so den Austausch von Wasserdampf gegen Alkoholdampf möglichst vollständig zu erreichen, sind die Platten e. e mit vielen feinen Löchern versehen, durch welche der etwas gespannte Dampf hindurchdringt, und auch die in einer dünneren Schicht über den Platten hinwegfließende Maische durchströmt, welche letztere dagegen, wie oben erwähnt, ihren Weg durch die schmalen Zwischenräume zwischen den verschiedenen Platten nimmt. Nach dem Durchgange durch das Plattensystem kommen die, jetzt alkoholhaltigen Dämpfe in dem oberen Raume des Rektifikators mit der Maischröhre in Berührung, setzen hier noch einen Theil des Wassers ab, und strömen nun durch die Rohre c in den Kondensator d, in welchem sie theilweise verdichtet werden, und von wo sie nun nebst dem flüssigen Spiritus durch die Röhre h in die Schlange übergehen. Der Behälter dient zur Aufnahme der in dem Behälter a sich ansammelnden abgetriebenen Schlempe, die hier also Gelegenheit findet, einen Theil ihrer Wärme, der sonst verloren sein würde, an die zu wärmende Maische in der Röhre k abzugeben.

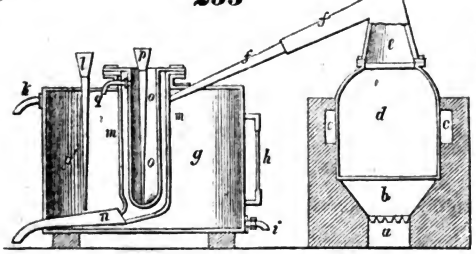
Um die Temperatur der Maische bei ihrem Ausflusse auf das Plattensystem beobachten, und darnach die Schnelligkeit ihres Zuflusses reguliren zu können, tritt die Rohre g kurz vor ihrem Ende aus der Seitenwand des Rektifikators hervor, und ist hier mit einem Thermometer versehen. Um ferner zu sehen, ob auch die Maische während ihres Herabfließens

Digitized by Google

über die Platten vollständig ihres Alkohols beraubt wird, und nicht etwa noch alkoholhaltig in dem Behälter a anlangt, dient ein kleines sich aufwärts windendes Schlangenrohr, das durch eine Röhre mit dem Behälter a kommunizirt und in einem kleinen Nebenbehälter mit kaltem Wasser umgeben ist. Der durch diese Schlange entweichende Dampf wird in ihr fast vollständig verdichtet, und fließt als Wasser zurück, während, wenn Alkohol zugegen ist, dieser wenigstens theilweise dampfförmig aus der oberen Oeffnung der Schlange entweicht, und sich an einer, zu dem Ende vorhandenen Lampe entzündet. Sobald also ein Flämmchen von brennendem Spiritus bemerkt wird, ist es Zeit, entweder den Zufluß der Maische zu mindern, oder auch die Dampfentwicklung zu verstärken. Im Allgemeinen pflegt die Maische, wenn sie die siebente oder achte Platte passirt hat, völlig abgetrieben zu sein; der Sicherheit wegen ist es jedoch besser, eine größere Anzahl derselben in Anwendung zu bringen.

Ure gibt hier als Beispiel eines bequemen, kleineren Destillirapparates eine aus Schubarth's technischer Chemie entnommene Zeichnung, Fig. 255,

255



die sich fast von selbst erklärt. Die Blase d ist in einen Ofen eingemauert, der bei a den Aschenfall, und bei b den Feuerraum hat, von welchem die Feuerluft durch die Züge c c in den Schornstein gelangt. e der zinnerne Helm mit dem gleichfalls zinnernen Helmrohr f, f, welches in den aus zwei Zylindern bestehenden kupfernen Refrigerator m, m einmündet. n die Ausflußröhre, g, g das kupferne Kühlfaß, in welches durch das trichterförmig erweiterte Rohr l das Kühlwasser eingelassen wird, während ein zweites ähnliches Rohr p zur Kühlung des inneren Raumes o im Refrigerator dient. Das in diesem Raume erwärmte Wasser findet durch die kleine Röhre q einen Abfluß in das Kühlfaß, um nebst dem übrigen erwärmten Kühlwasser durch die Röhre k abzufließen. Der Hahn i dient zum eventuellen Entleeren des Kühlfasses; h endlich ist ein Wasserstandzeiger.

Zum Kondensiren der Dämpfe bei Destillationen dient noch jetzt sehr allgemein die schon von Altersher gebräuchliche Schlange, der zwar allerdings der Vorwurf gemacht werden kann, daß ihre Reinigung mit Schwierigkeiten verknüpft ist, die aber in allen anderen Beziehungen in der Einfachheit, Wirksamkeit, Dauerhaftigkeit und verhältnißmäßigen Wohlfeilheit so große Vortheile darbietet, daß sie schwerlich je durch andere Apparate ganz verdrängt werden dürfte, so wenig sie es durch die bis jetzt erfundenen zahlreichen Kühlvorrichtungen ist.

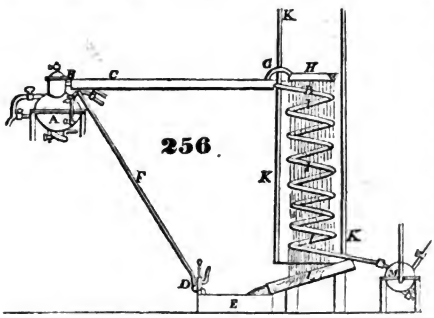
Soll eine Kühlvorrichtung möglichst wirksam sein, so muß sie in einem langen, verhältnißmäßig engen Kanale bestehen, durch welchen die Dämpfe der Länge nach hindurchstreichen, nicht aber in einem kurzen weiten Raume. Die Funktion der gewöhnlichen Kühlvorrichtungen bei Destillationen ist nämlich eine doppelte: einmal soll der Dampf verdichtet, und zweitens die dadurch entstandene Flüssigkeit möglichst abgekühlt werden, und ganz kalt aus dem Apparate abfließen. In dem Theile der Kühlvorrichtung, welche die Abkühlung der Flüssigkeit bewirkt, wird, mit Ausnahme der Destillation im Vakuo, sich atmosphärische Luft oder kohlensaures Gas, genug, irgend ein gasförmiger Körper befinden. In einem langen engen

Digitized by Google

Kanale nun bleibt diese Luft von dem einströmenden Dampfe fast völlig getrennt, daher dieser letztere sich leicht und vollständig verdichtet; denn, sobald in der Nähe der kühlenden Wände durch Dampfverdichtung ein leerer Raum entstehen könnte, füllt er sich sogleich mit frischem Dampf; der wieder verdichtet, abermals durch neuen Dampf ersetzt wird, u. s. f. Findet dagegen die erwähnte Luftmasse Gelegenheit, sich mit dem einströmenden Dampfe zu vermischen, bevor dieser zur Verdichtung kommt, wie dies in einem verhältnißmäßig kürzeren, aber weiteren Raume der Fall ist, und tritt nunmehr diese Mischung von Dampf und Luft mit der kühlenden Oberfläche in Berührung, so verdichtet sich nur der erstere, die Luft aber bleibt gasförmig zurück und stellt sich dem Zudringen frischer Dämpfe zu der kühlenden Fläche wie eine Zwischenwand entgegen. Auch flache tafelförmige, oder zylindrisch gekrümmte Kühlräume stehen in dieser Beziehung hinter den röhrenförmigen zurück.

Um mit einer gegebenen Menge Kühlwasser einen möglichst großen Effekt hervorzubringen, muß dahin getrachtet werden, daß es möglichst stark erwärmt den Apparat verlasse, um eine möglichst große Menge Wärme fortzuführen, daß aber dennoch das Destillat bis zur Temperatur des zufließenden Kühlwassers erkaltet werde. Dies ist der Grund, weßhalb in allen gut konstruirten Kühlgeräthen das kalte Wasser am unteren Ende des Kühlfasses, oder vielmehr in der Nähe der Ausflußröhre eingeleitet, und, nachdem es sich beim langsamen Aufsteigen endlich bis zur Temperatur des Dampfes erhitzt hat, fast kochend wieder den Apparat verläßt.

Eine Kühlvorrichtung ganz eigenthümlicher Konstruktion, die nicht nur zur Dampfverdichtung, sondern auch zur Kühlung jedweder heißen Flüssigkeit, z. B. Bierwürze, dienen soll, ist von Desrosnes erfunden und ihrer Verkehrtheit wegen nicht uninteressant. Sie ist, um irgend eine Anwendung zu zeigen, in Fig. 256 in Verbindung mit dem Apparat zum Abdampfen des Zuckersyrups im luftleeren Raume dargestellt. Die Verdichtung des Wasserdampfes, der sich in der Zuckerpfanne A entwickelt, wird theils in einer horizontalen Röhre B, die von einer weiteren Röhre C umgeben ist, theils in einem langen Schlangenrohr J J bewirkt. Die Schlange ist in einem möglichst hohen, schornsteinartigen Raume K. K angebracht, und wird durch einen Regen heißen Wassers feucht gehalten. Dieser heiße Regen nun soll wiederum die Luft des Raumes so erhitzen, daß sie eine beträchtliche Steigkraft erlangt, und einen lebhaften Luftzug veranlaßt, wodurch die Schlange in Folge der auf ihrer Oberfläche Statt findenden Verdunstung abkühlt. Die Erhitzung des Wassers behuf des heißen Regens erfolgt während des Durchflusses durch die Röhre C, C, von wo es in den durchlöcherten Behälter H gelangt. Es tropft nun über die Windungen der Schlange herab, fließt nur noch lauwarm über das schräge Bret L in ein Reservoir E, und wird von hieraus mittelst einer Pumpe D wieder gehoben, um denselben Weg noch viele Male zurückzulegen.



Abgesehen nun davon, daß die zum Betrieb einer Pumpe erforderliche

Digitized by Google

Kraft auch eben so gut kaltes Wasser aus einem Brunnen zu Tage fördern könnte, um einen gewöhnlichen Kühlapparat zu versorgen, der eine weit vollständigere Kühlung bewirken würde, so ist nicht einzusehen, wie die, doch jedenfalls geringe Menge des herabtropfenden heißen Wassers die ganze Luftmasse des Kanals so erhitzen, und zwar fortwährend hinlänglich in Hitze halten sollte, um einem, zur raschen Kühlung nicht nur des äußerlich herabfließenden Wassers, sondern auch des in der Schlange befindlichen Wasserdampfes erforderlichen Luftzug zu veranlassen. Derosne selbst scheint derartige Befürchtungen gehabt zu haben, denn er empfiehlt, falls der Zug nicht lebhaft genug sein sollte, das obere Ende des Kanals mit einem anderen gut ziehenden Schornsteine in Kommunikation zu setzen, oder auch mechanische Hülfsmittel, als Ventilatoren u. dgl., in Anwendung zu bringen.

Dextrin (Dextrine). Steht seinen allgemeinen Eigenschaften nach dem Gummi am nächsten. Es entsteht durch kurze Behandlung von zu Kleister gekochtem Stärkmehl mit Diastase oder rohem Malz, oder mit verdünnten Säuren. Der Name „Dextrin" ist von der Eigenschaft dieses Körpers, die Polarisationsebene der Lichtstrahlen, wenn sie durch eine wässerige Lösung, oder durch ein eingetrocknetes Blättchen hindurch gehen, mehr als andere organische Substanzen, nach der rechten Seite zu drehen, abgeleitet. Das Dextrin ist schwach gelblich weiß, geschmack- und geruchlos, durchsichtig und von glasigem Bruch, und wenn es völlig ausgetrocknet ist, spröde und zerreiblich. Bis zu 140° C erhitzt erleidet es eine anfangende Zersetzung, färbt sich bräunlich und nimmt einen Geruch nach Brot an. Von der Stärke ist es wesentlich dadurch unterschieden, daß es sich in kaltem Wasser löst, und durch Jod nicht gebläuet wird; vom Gummi dadurch, daß es durch Einwirkung von Salpetersäure nicht in Schleimsäure übergeht. Anhaltendes Kochen mit verdünnter Schwefelsäure wandelt das Dextrin in Traubenzucker um.

Man hat in neuerer Zeit angefangen, das Dextrin zu technischen Zwecken zu verwenden; so wird es von den Pariser Konfektbäckern zu mehreren Sachen, auch in der Medizin als Ersatzmittel des Gummi arabicum gebraucht.

Das Nähere über die Umwandlung des Stärkmehls in Dextrin durch Einwirkung der Diastase ist in dem Artikel: Diastase nachzusehen.

Diamant. (Diamond, Diamant.) Wurde ehedem zu den Steinen oder erdigen Mineralkörpern gerechnet, zu denen er aber, als reiner Kohlenstoff, wenn auch im stark verdichteten und krystallisirten Zustande, eigentlich nicht gehört. Er ist ohne Zweifel sowohl seines herrlichen Ansehens, als auch seiner Gesammteigenschaften wegen einer der interessantesten Körper, so wie er auch durch seine Seltenheit unter allen Edelsteinen im höchsten Preise steht. Zu den hervorstechenden äußeren Eigenschaften gehört die ungemeine Härte, in welcher der Diamant unter allen bekannten Körpern obenan steht, so daß er alle übrigen Körper ritzt, von keinem dagegen geritzt wird, so wie der eigenthümliche, nicht wohl zu beschreibende, aber leicht erkennbare Demant-Glanz. Das spez. Gew. ist = 3,55. Durch Reibung wird er sowohl im rohen, wie geschliffenen Zustande positiv elektrisch, verliert aber die Elektrizität wieder vollständig innerhalb einer halben Stunde. Er krystallisirt in regulären Oktaedern und anderen, mit demselben in nahem Zusammenhange stehenden Formen, z. B. dem Rhombendodekaëder, Tetraëder u. a. m.; dabei besitzt er einen ausgezeichneten vierfachen Blätterdurchgang nach den Richtungen der Oktaederflächen, und ist daher ungeachtet seiner großen Härte spröde, so daß er sich im Mörser pulverisiren läßt. Der eben erwähnte vierfache Blätterdurchgang, mit dessen Benutzung man aus dem unregelmäßigst geformten Diamant ein reguläres Oktaëder herausspalten kann, ist für seine Bearbeitung zu Schmucksteinen von großer Wichtigkeit, indem durch zweckmäßiges Spalten oder Kloven des

Digitized by Google

rohen Diamantes die mühsame und zeitraubende Arbeit des Schleifens sehr erleichtert und abgekürzt wird.

Je nach seiner äußeren Krystallisation besitzt er theils einfache, theils doppelte Strahlenbrechung. Er bricht sehr stark, und weit stärker, als man seiner Dichtigkeit nach vermuthen sollte, die Lichtstrahlen; das mittlere Brechungsverhältniß zwischen Diamant und atmosphärischer Luft ist wie 2,44:1, daher schon Newton die Vermuthung aufstellte, daß er zu den brennbaren Körpern gehöre. Außer dem starken Lichtbrechungsvermögen aber besitzt er die Eigenschaft, die verschiedenen farbigen Lichtstrahlen ungewöhnlich stark zu zerstreuen, und besonders hierin liegt die Ursache des herrlichen Farbenspiels oder Feuers der geschliffenen Diamante.

Die Krystallisationen des Diamants zeigen die besondere Eigenthümlichkeit, daß die Flächen fast jederzeit mehr oder weniger gerundet sind, während bei anderen krystallisirten Körpern mit seltenen Ausnahmen nur gerade Flächen vorkommen. Die durch solche gerundete Flächen entstehenden Kanten sind daher ebenfalls gebogen, daher denn die Diamantkrystalle, zumal wenn sie von vielen Flächen begrenzt sind, auf den ersten Blick einige Aehnlichkeit mit einer Kugel haben. Betrachtet man die Flächen genau mit der Loupe, so bemerkt man eine zarte, oft kaum erkennbare Reifung, die mitunter aber auch stark hervortritt, und den Richtungen der Oktaeder-Kanten, mithin auch dem Blätterdurchgange parallel läuft.

Der Diamant ist im Allgemeinen, und zwar im reinsten Zustande, farblos und durchsichtig, doch kommt er auch, wiewohl in der Regel nur blaß, gefärbt vor, besonders gelblich, bräunlich, selbst schwärzlich braun. Nächst den gelben sind die grünen Diamante die häufigsten, die blauen kommen schon weit seltener, und fast nie von lebhafter Farbe vor. Die hellrothen sind unter den farbigen die kostbarsten, und werden mitunter sogar theurer bezahlt, als völlig wasserklare Steine. Im Allgemeinen jedoch stehen die farblosen, wasserklaren Diamante im höchsten Preise. Nicht nur durch Erhitzen bis nahe zum Glühen, sondern auch durch Insolation, d. h. durch Einwirkung der hellen Sonnenstrahlen, phosphoreszirt er, und zwar in diesem letzteren Falle noch eine geraume Zeit, nachdem er den Sonnenstrahlen entzogen wurde. Besonders wirksam zeigen sich hierbei die blauen Sonnenstrahlen, so daß sogar ein Diamant, den blauen Strahlen exponirt, im Dunkeln länger fortleuchten soll, als wenn man ihn dem vollen weißen Sonnenlichte darbot.

Das geognostische Vorkommen des Diamantes scheint sich auf das Diluvial-Schuttland, ein Glied des so genannten aufgeschwemmten Landes, also eines der jüngsten Gebilde, zu beschränken, welches im Allgemeinen aus Ablagerungen von Geschieben verschiedener Kieselfossilien besteht, die oft zu ziemlich festen Konglomeraten verkittet sind. Eine solche, aus Quarzgeröllen und eisenhaltigem Sande bestehende, mit Geschieben von Eisenglimmerschiefer, Linseuerz, gemeinem Brauneisenstein, Jaspis und Amethyst untermengte, in der Regel lockere, hin und wieder auch zu einem festen Konglomerate verbundene Masse ist es, in welcher sich die Brasilianischen, so wie die Ostindischen Diamante vorfinden. In Brasilien ruht dieses Schuttland, hier Cascalho genannt, auf einem Lager von quarzhaltigem Talkschiefer, und die Diamante finden sich meistentheils einzeln und freiliegend, fast nie mit anderen Gesteinen verwachsen, in dem ersteren. Nur als seltene Ausnahmen sind Diamante, in Brauneisenstein eingewachsen, beobachtet; so befand sich in der schönen Sammlung Heulands ein Brasilianischer Diamant in Brauneisenstein; auch die Mineraliensammlung des Hrn. v. Eschwege zählt ein Stück Brauneisenstein zu ihren Schätzen, das einen, in einer Drusenhöhlung eines grünen Fossils, wie es scheint, arsenikfauren Eisens, eingelagerten Diamant enthält, daher denn mit vieler Wahrscheinlichkeit anzunehmen ist, daß das eigentliche Muttergestein der Brasilianischen Diamante in dem Brauneisenstein besteht, der dort in Lagern eines schiefrigen, quarzreichen und glimmerhaltigen Eisensteins, so wie in Lagern von Magnet-

Digitized by Google

eisenstein vorkommt, welche wiederum dem Urthonschiefer jener Gegenden untergeordnet zu sein scheinen.

Das lockere, diamantführende Schuttland liegt jederzeit in geringer Tiefe unter der Erdoberfläche, vorzugsweise an den unteren Ausweitungen breiter Thäler, und hier weit häufiger, als auf den Rücken der benachbarten Hügel.

Als eigentliche Diamant-Distrikte sind bis jetzt nur zwei Gegenden auf unserer Erde bekannt, ein Theil der Ostindischen Halbinsel nämlich, und eine Gegend Brasiliens. Auch in den berühmten Gold- und Platinseifen am Ural haben sich einzelne Demante vorgefunden, ohne jedoch bis jetzt eine bedeutende Ausbeute zu gewähren.

Indien ist schon von Alters her als die Heimath der Diamante berühmt. Die Hauptfundorte sind in den Königreichen Golconda und Visapour, und dehnen sich von Kap Comorin am Fuße der Orira-Bergkette, die dem Trapp anzugehören scheint, bis nach Bengalen aus. Der Diamant liegt in dem Boden vereinzelt und ist dabei mit einer erdigen Umhüllung bekleidet, so daß es, selbst an den reichsten Stellen, kaum möglich ist, ihn geradezu mit dem Auge zu entdecken. Man zerschlägt daher die mehr zusammenhängenden Stücke des Konglomerates, und wäscht sie nebst der demantführenden lockeren Erde in eigens zu dem Ende angelegten Gruben, durch welche Wasser hindurch geleitet wird, um die feineren erdigen und sandigen Theile hinweg zu spülen. Der zurückbleibende Grand wird auf einer geebneten Stelle neben der Grube zum Trocknen ausgebreitet, worauf sich nun die Diamante an ihrem Glanz im Sonnenschein erkennen und auslesen lassen.

Das Vorkommen von Diamanten in Brasilien wurde zuerst im Jahre 1728 in dem Distrikt Serro-do-Frio entdeckt und hat seitdem zu einer sehr ausgedehnten Diamantgewinnung geführt.

Die berühmteste Brasilianische Diamantwäsche ist die von Mandarga am Jigitonhonha im Distrikt Serro do Frio, nordlich von Rio-aneiro.

Der Fluß Jigitonhonha, der etwa dreimal so breit, als die Seine bei Paris, und 3 bis 9 Fuß tief ist, wird zu einer gewissen Periode in der trocknen Jahreszeit auf die Art trocken gelegt, daß man das Wasser seitwärts durch Schleusen ableßt, worauf der Cascalho, oder Diamantführende Grand aus dem Flußbette herausgebracht und in Haufen von 15 bis 16 Tonnen Gewicht zusammengefahren wird, um später während der nassen Jahrszeit in Muße dem Verwaschen unterworfen zu werden. Das Verwaschen selbst geschieht unter einem großen, länglich viereckigen Dach in einer Menge einzelner in den Boden eingegrabener Kasten, in welche ein bestimmtes Quantum Cascalho eingelegt, und durch Hindurchleiten von Wasser von allen feineren abschwemmbaren Theilen gereinigt wird.

Bei jedem Kasten ist ein Neger angestellt, während in bestimmten Entfernungen von einander die Aufseher auf erhöheten Bühnen sitzen, um die Sclaven genau beobachten zu können. So wie ein Diamant gefunden ist, erhebt sich der Neger, und liefert ihn an den Aufseher ab. Hat ein Neger das Glück, einen Diamant von 17½ Karat zu finden, so erhält er seine Freiheit. Daß übrigens durch alle ersinnlichen Vorkehrungen dafür gesorgt wird, das Entwenden von Diamanten durch die Neger unmöglich zu machen, läßt sich leicht ermessen. Jede, unter einem Dache beschäftigte Abtheilung Arbeiter besteht aus 200 Negern nebst den zugehörigen Aufsehern, einem Arzt und einem Geistlichen.

Das flache Land zu beiden Seiten des Flusses ist durchgehends mit einer Schicht reichen Diamantführenden Schuttlandes bedeckt, daher man leicht ermessen mag, welche Menge von Diamanten an diesem einen Punkte noch zu erbeuten sind.

Die mit einer grünlichen Kruste überzogenen Diamante sollen im Allgemeinen die besten, und vom ersten Wasser, d. h. nach dem Schleifen vollkommen wasserklar sein.

Digitized by Google

Alle Diamante, die aus den verschiedenen Wäschen eines Distrikts erfolgen, werden monatlich bei der Schatzkammer in Tejuco eingeliefert. In den 6 Jahren von 1801 bis 1806 sollen jährlich etwa 18 bis 19000 Karat Diamante gewonnen worden sein.

Ein anderer Diamantführender Strom ist der **Rio-Pardo**, an dessen Ufern ebenfalls Diamantwäschen in Betrieb sind. Reicher, Diamantführender Cascalho kommt inzwischen hier hauptsächlich nur im Flußbette vor, und zeigt hinsichtlich der begleitenden Gesteine einige Abweichung von dem zu Mandarga; so kommt unter ihnen kein Linsenerz, dagegen aber sehr viel Jaspisschiefer in einzelnen Geröllen vor. Die Gegend, in der die Diamantwäschen das **Rio Pardo** liegen, ist ein sehr hohes, wahrscheinlich nicht unter 5500 Fuß über dem Meeresspiegel erhabenes Plateau. Die Diamante des **Rio Pardo**, besonders die äußerlich grünlichblauen, werden sehr gesucht.

34 Legoas nordöstlich von **Tejuco** liegt **Tocaya**, eines der wichtigsten Dorfer von **Minas-Novas**, in dem spitzen Winkel, den der **Jigitonhonha** bei seinem Zusammenfluß mit dem **Rio-Grande** bildet.

In der Nachbarschaft dieses Dorfes, nämlich in den Cantonen **Indaia** und **Abaïte**, werden die größesten Brasilianischen Diamante gefunden, die jedoch hinsichtlich der Reinheit des Wassers hinter denen von **Serro-do Frio** in etwas zurückstehen, und ein wenig ins Gelbliche spielen.

In den Bächen, die westlich sich in den **Jigitonhonha** ergießen, kommen auch die, unter dem Namen **Minas-novas** bekannten weißen Topasgeschiebe nebst blauen Topasen, so wie auch sehr schöne Chrysoberylle vor, die in Brasilien in hohem Ansehen stehen.

Außer den bezeichneten Fundorten soll auch das Innere von Borneo, und zwar der Fluß **Succadan**, endlich auch die Halbinsel **Malaua** Diamante liefern.

Louis de Berquem war es, der 1476 die Kunst erfand, die Diamante durch gegenseitiges Aneinanderreiben zu schleifen, und mit ihrem eignen Pulver zu poliren, wie dies in dem Artikel „Diamantschleiferei“ näher beschrieben ist.

Der Diamant behauptet hinsichtlich der Schönheit, Dauerhaftigkeit und des Preises den ersten Rang unter den Edelsteinen, und nimmt bei fehlerfreier Beschaffenheit und steigender Größe in so starker Progression an Werthe zu, daß über eine gewisse Grenze hinaus jede Regel der Preisbestimmung wegfällt.

Der größte bekannte Diamant ist der des Rajah von Mattan auf Borneo. Er ist vom reinsten Wasser, wiegt 367 Karat, oder etwas über 5 Loth Cölln. *), und hat eine eiförmige Gestalt mit einer einspringenden Höhlung an dem spitzern Ende. Er wurde vor etwa 100 Jahren bei Landak gefunden, und ist, obgleich schon mehrere Kriege um seinen Besitz geführt sind, bisher Eigenthum der Mattan'schen Fürstenfamilie geblieben. Als ein Gouverneur in Batavia ihn zu kaufen wünschte, und 150000 Dollars, nebst zwei Kriegsschiffen mit Kanonen und Munition, und außerdem noch eine Anzahl großer Kanonen mit Pulver und Kugeln dafür bot, erklärte der Rajah ihn um keinen Preis der Welt von sich lassen zu wollen. Denn dieser Diamant wird als ein Talisman verehrt, auf dem das Glück des Rajah und seiner Familie beruhe.

Der zweite Diamant, der Größe nach, befand sich früher im Besitz des Großmoguls, dessen Reich jetzt freilich nicht mehr existirt. Der Reisende Tavernier aber sah ihn noch dort und schätzt seinen Werth auf 2,800,000 Rthlr. Er wog 279 Karat, sollte aber beim Schleifen die Hälfte seines ursprünglichen Gewichts verloren haben.

Außer diesen beiden größten Diamanten sind noch die folgenden durch

*) 1 Karat zu 4 Grain = 0,0140625 Loth Cölln.
= 0,205537 Gramme.

Digitized by Google

ihre Größe berühmt: Der des Kaisers von Rußland, von 193 Karat und der Größe eines Taubeneies. Die Kaiserin Katharina soll ihn von einem griechischen Kaufmann für die Summe von 630000 Rthlr. und eine jährliche Rente von 28000 Rthlr. gekauft haben. Er soll nämlich früher eines der Augen der berühmten Statue des Sherigan im Tempel des Bramah gebildet haben, und von einem französischen Grenadier, der nach Malabar desertirt war, und dort Dienste genommen hatte, entwendet sein. Er floh damit nach Malabar, und verkaufte ihn dort an einen Schiffskapitän für 14000 Rthlr., der ihn wiederum für 84000 Rthlr. einem Juden überließ. Von diesem endlich erhielt ihn jener griechische Kaufmann für eine große Summe Geldes.

Der dem Kaiser von Oesterreich gehörige große Diamant wiegt 139 Karat. Er spielt zwar ein wenig ins Gelbliche, ist aber nichts desto-weniger auf 700,000 Thaler geschätzt. Sehr ausgezeichnet, wenn auch nicht durch seine Größe, so doch durch seine vollkommene Klarheit und Farblosigkeit, so wie durch den vollendet schönen Schliff ist der Pitt oder Regent im Besitz des Königs der Franzosen. Er wiegt 136 Karat. Sein imaginärer Werth ist auf 1200000 Rthlr. angeschlagen, er kostete jedoch nur 700000 Rthlr.

Alle diese großen Diamante sind Ostindischen Ursprungs. Der größeste bisher gefundene Brasilianische Diamant, der sich im Besitz der Krone Portugals befindet, wiegt nach der höchsten Bestimmung 120 Karat, und fand sich in einem Bach bei Abaïte.

Der Werth gewöhnlicher, zwar beträchtlicher, aber nicht ausgezeichnet großer, gut geschliffener Diamante von schönem Wasser läßt sich nach einer, einigermaßen feststehenden Regel berechnen. Bei Brillanten und Rosetten von richtigen Proportionen geht beim Schleifen ungefähr die Hälfte vom Gewicht des rohen Diamanten verloren, daher denn ein geschliffener Diamant (mit Ausschluß der Schleifkosten) so viel kostet, als ein roher Diamant von dem doppelten Gewicht. Nun aber verhalten sich die Preise zweier Diamante von übrigens gleicher Güte, aber verschiedener Größe zu einander, wie die Quadrate der Gewichte, mithin der Preis des geschliffenen Diamantes zu dem des ungeschliffenen wie $2 \times 2 = 4 : 1$.

Der ungefähre Preis roher, aber guter, schleifwürdiger Diamante von etwa 1 Karat Gewicht beträgt etwa 14 Rthlr. Da aber zu einem geschliffenen Diamant von 1 Karat, ein roher von etwa 2 Karat gehört, und sich der Preis eines 2karatigen rohen zu dem eines 1karatigen verhält, wie $= 4 : 1$., so wird auch der geschliffene 1karatige den vierfachen Preis eines rohen 1karatigen haben, mithin circa 56 Rthlr. kosten.

Demnach ist der Preis eines geschliffenen guten Diamants

von 1	Karat	56	Rthlr.
2	„	224	„
3	„	504	„
4	„	896	„
5	„	1400	„
6	„	2016	„
7	„	2744	„
8	„	3584	„
9	„	4530	„
10	„	5600	„
20	„	22400	„

Ueber diese Gränze hinaus aber kann die Steigerung des Preises nicht mehr in derselben Progression fortgehen, weil sich gar selten Käufer für so große Steine finden. Nach dieser Rechnung würde der Werth des Regents von 136 Karat sich (mit Ausschluß des Schleifpreises) auf 1035776 Rthlr. belaufen, während er, wie gesagt, nur 700000 Rthlr. kostete. — Es ist übrigens, in Bezug auf das Vorstehende, zu bemerken,

Digitized by Google

daß die Preise der Diamanten nach den Zeitumständen sehr großen und oft schnellen Schwankungen unterliegen.

Der Diamant findet, außer seiner Benutzung als Schmuckstein, auch technisch wichtige Anwendungen. So spielt er in der Steinschleiferei eine wichtige Rolle (M. s. „Steinschleiferei und Diamantschleiferei"), besonders allgemein aber dient er zum Glasschneiden.

Ueber die Form der Schneiddiamante sind sehr interessante Bemerkungen von Dr. Wollaston bekannt gemacht. Wollaston nämlich hat dargethan, daß es zum Glasschneiden keineswegs etwa einer scharfen Spitze bedürfe, daß im Gegentheil selbst die härtesten Körper zu einer scharfen Spitze angeschliffen, das Glas zwar ritzen, es aber nicht schneiden, worin ein sehr wesentlicher Unterschied liegt. Beim Ritzen wird durch gewaltsames Hinwegreißen feiner Theilchen des Glases eine gewissermaßen rinnenförmige Vertiefung der Oberfläche, beim Schneiden dagegen ein, bis zu gewisser Tiefe eindringender wirklicher Sprung hervorgebracht. Wollaston zeigt nun, daß, um Glas zu schneiden, die wirksame Ecke des schneidenden Körpers durch gebogene, nicht durch gerade Flächen gebildet sein müsse, daher denn die natürlichen Diamantkrystalle, die, wie bereits oben erwähnt, sehr gewöhnlich abgerundete Flächen besitzen, keineswegs aber geschliffene Diamante mit geraden Flächen zum Schneiden gebraucht werden können. Die schneidende Ecke darf jedoch auch nicht allzustumpf auslaufen, daher man denn zu Glaserdiamanten solche kleine, mit gekrümmten Flächen begabte Krystalle wählt, die eine hinlänglich scharf zulaufende Ecke enthalten. Beim Schneiden aber kommt Alles darauf an, diese Ecke genau in der richtigen Lage unter mäßigem Druck über das Glas hinwegzuführen. Die kleinste Abweichung von der richtigen Haltung des Diamantes hebt auch die Wirkung auf. Beim Schneiden dringt die rundliche Ecke wie ein Keil in die Oberfläche des Glases ein, bewirkt hiedurch eine anfangende Trennung der Theile, und führt diese beim Fortbewegen in Gestalt eines zusammenhängenden feinen Sprunges weiter fort.

Zur Unterstützung dieser Theorie führt Wallaston an, daß wenn man einen Rubin oder Saphyr künstlich zu einer krummflächigen Ecke anschleift, er eben so gut, wie ein Diamant zum Glasschneiden gebraucht werden kann, nur daß er, seiner geringeren Härte wegen, die Ecke und somit seine Wirksamkeit nach einigem Gebrauch verliert.

Ja selbst ein Stück Feuerstein, auf die nämliche Art geschliffen, schnitt Glas, wurde aber seiner Weichheit wegen bald unbrauchbar.

Die Tiefe, bis zu welcher sich der Sprung beim Glasschneiden mit dem Glaserdiamant in das Glas hineinerstreckt, ist äußerst gering und soll nicht den 200sten Theil eines Zolles betragen; dennoch reicht dieser geringe Sprung hin, um das Glas bei Einwirkung einer äußeren Kraft sehr leicht und genau in der vorgezeichneten Richtung durchbrechen, oder vielmehr durchspringen zu machen.

Milburn macht in seinem Werke über den Handel des Orients die folgenden sehr schätzbaren Bemerkungen über die Auswahl beim Ankauf roher Diamante:

„Der Diamant muß völlig krystallhell, wie ein Tropfen klares Brunnenwasser sein, und in seiner Mitte einen starken lebhaften Lichtschimmer zeigen. Wenn er mit einer glatten und hellen, ein wenig in's grünliche spielenden Rinde überzogen ist, so ist er selten fehlerhaft; ist die Rinde dagegen gelblich grün, so hüte man sich, ihn zu kaufen, denn es ist ein weicher zäher Stein, der sicher schlecht ausfällt."

„Hat der Diamant eine rauhe Rinde, so daß man nicht hindurch sehen kann, und ist diese Rinde weiß, und von einem Ansehen, als hätte man sie künstlich rauh gemacht, ist er ferner frei von Rissen und Adern, und von fleckigen Stellen, die man leicht erkennen kann, wenn man den Stein gegen das Licht hält, so darf man annehmen, daß es ein guter Diamant ist."

Digitized by Google

„Nicht selten kommen Steine vor, die äußerlich mit einem röthlich gelben Anflug, wie Eisenrost überzogen sind, die jedoch, wenn man sie gegen das Licht hält, im Innern rein und klar erscheinen. Steine dieser Art sind gewöhnlich gut; enthalten sie indessen graue Flecke oder Adern, so lassen sich diese bei einiger Uebung leicht erkennen."

„Hat ein Diamant eine grün gefärbte Rinde, etwa wie grünes Bouteillenglas, so ist er gewöhnlich hart und auch im Uebrigen gut; ja man hat dergleichen Steine gehabt, die ungeachtet ihrer äußerlich grünen Farbe dennoch vom ersten Wasser waren; spielt aber das Grün irgend ins Gelbliche, so kann man sicher sein, daß es ein sehr schlechter Stein ist."

„Alle Steine von milchigem Ansehen, sie mögen nun äußerlich glänzend oder matt sein, sind, wenn die Farbe irgend ins Bläuliche sticht, weich, und daher in Gefahr, beim Schleifen zu zerbrechen, und besitzen, wenn sie auch der Gefahr beim Schleifen glücklich entgehen, ein todtes, nebliges Ansehen, daher auch keinen bedeutenden Werth."

„Alle Diamante von zimmetbrauner Farbe sind unsicher. Spielt die Farbe bei glänzender Oberfläche etwas ins Grünliche, so sind sie ohne Zweifel schlecht. Recht häufig kommen Diamante von rauher, zimmetfarbiger, halbdurchsichtiger Oberfläche vor. Diese pflegen sehr hart zu sein und nach dem Schleifen ungemein viel Feuer zu zeigen, nur ist die Farbe sehr verschieden; zuweilen weiß, mitunter braun, auch wohl schön gelb. Rauhe Diamante sind häufig strahlig, d. h. sie haben zwar äußerlich ein gutes Ansehen, dagegen aber im Innern eine solche Menge von Streifen und Adern, daß sie durch keine Kunst und Mühe eine ordentliche Politur annehmen."

„Gute Diamante dürfen nie einzelne weiße oder graulich neblige Flecke enthalten; eben so müssen sie frei von rothen und braunen Körnchen sein, die mitunter auf ihrer Oberfläche, oder im Innern vorkommen. Sie lassen sich ferner leicht in der Richtung des Blätterdurchganges spalten, wobei jedoch mitunter krummflächige Spaltungsebenen zum Vorschein kommen, wie dies namentlich bei Zwillingskrystallen wohl der Fall ist; wo sich denn der Stein nur schwierig schleifen und poliren läßt, mithin auch nur geringen Werth besitzt."

Die Brasilianischen Diamantwäsche haben vom Jahre 1730 bis 1814, 3,023000 Karat, also jährlich etwa 36000 Karat oder ungefähr 16 Pfund ausgeliefert; die Produktion ist indessen innerhalb dieses Zeitraumes nicht immer gleich gewesen; so sind nach Mawe zwischen 1801 und 1806 nur 115675 Karat, also jährlich nur 19279 Karat gewonnen. Die Kosten der Diamantgewinnung betrugen während dieses Zeitraumes 4,419700 Franken, und nach Abzug des zugleich mitgewonnenen Goldes, das nebst den Diamanten in dem Cascalho angetroffen wird, ergibt sich, daß die Gewinnungskosten der rohen Diamante auf 32 Frcs. 20 Ct. oder etwa 8 Thlr. pr. Karat zu stehen kommen. Außerdem rechnet man, daß etwa ein Drittel des oben angegebenen in die Staatskasse fließenden Quantums durch unerlaubte Gewinnung und Verkauf zu Gelde gemacht worden.

Brasilien liefert gegenwärtig jährlich 25 bis 30000 Karat, also etwa 10 bis 16 Pfund Diamanten in den Handel.

Das Wort Karat soll von dem Namen einer Art Bohnen, der Frucht einer Spezies von Erythina abgeleitet sein, die in Shangellas, dem Haupt-Marktplatze für den Handel mit Goldkörnern in Afrika, einheimisch ist. Der Baum, der diese Bohnen trägt, heißt Kuara (Sonne), weil sowohl seine Blumen als Früchte eine goldgelbe Farbe haben. Da nun die trockenen Bohnen fast immer ganz gleiches Gewicht haben, so bedienen sich seit undenklichen Zeiten die Wilden ihrer zum Abwägen des Goldes. Dieselben Bohnen kamen später auch nach Ostindien und dienten dort zum Abwägen der Diamante. Das Karat, so wie es jetzt in der ganzen zivilisirten Welt angenommen ist, ist eigentlich ein imaginaires Gewicht. Man theilt es in 4 Grain. 1 Loth Kölln. hält sehr nahe 71 Karat.

Digitized by Google

Diamant-Mikroskope. Die Idee, Mikroskoplinsen aus Diamanten zu schleifen, wurde zuerst von Dr. Goring angeregt, und später von Pritchard in Ausführung gebracht. Um eine Diamentlinse darzustellen, muß man den Diamant zuerst flach und an beiden Seiten genau parallel abschleifen, um zu untersuchen, ob er etwa doppelte Strahlenbrechung zeigt, in welchem Fall er völlig untauglich ist. Denn wie schon in dem Artikel „Diamant" erwähnt wurde, verhalten sich verschiedene krystallisirte Diamante in dieser Beziehung verschieden. Unter den 14 bis jetzt beobachteten Krystallisationen des Diamantes scheinen nur der Würfel und das reguläre Oktaeder einfache Strahlenbrechung zu bedingen. Nach dieser vorläufigen Untersuchung wird dann die konkave Form durch Schleifen mit Diamantbord erzeugt.

Es ist im Allgemeinen zweckmäßiger, der Linse eine plankonvere als bikonvere Form zu geben, theils weil dadurch die Abweichung wegen der Gestalt vermindert, theils die Ausführbarkeit erleichtert wird, insofern dann nur eine Seite rund geschliffen zu werden braucht. Pritchard bedient sich zum Schleifen einer Schale von Gußeisen, die er mit Diamantpulver gleichsam ausfüttert, indem er das Pulver mittelst eines Stempels von gehärtetem Stahl in die Oberfläche des Gußeisens eintreibt. Es ist ihm so gelungen, eine bikonvere Linse von gleicher Krümmung beider Flächen und $^1/_{20}$ Zoll Brennweite herzustellen, die für undurchsichtige Objekte eine Oeffnung von $^1/_{10}$ Zoll, für durchsichtige dagegen eine Oeffnung gleich dem ganzen Durchmesser zuläßt. Sie liefert ein sehr reines, nur wenig chromatisches Bild, und soll eine stärkere Helligkeit gewähren, als die besten zusammengesetzten Mikroskope bei derselben Vergrößerung zu liefern im Stande sind.

Daß nun ein wesentlicher Vortheil darin liegt, ein Objekt durch eine einzige Linse unmittelbar betrachten zu können, und nicht, wie bei dem gewöhnlichen zusammengesetzten Mikroskop, ein durch eine Linse erzeugtes Bild erst durch ein anderes Okular ansehen zu müssen, ist einleuchtend.

Die Schwierigkeit der Anfertigung und der hohe Preis solcher Linsen wird freilich ihrer allgemeinen Anwendung ein unübersteigliches Hinderniß in den Weg legen.

Diamantschleiferei (Cutting of diamonds). Da der Diamant unter allen bekannten Körpern der härteste ist, so läßt sich leicht ermessen, mit welchen Schwierigkeiten das Schleifen desselben verbunden ist. Glücklicherweise besitzt er einen sehr ausgezeichneten vierfachen Blätterdurchgang in den Richtungen der Flächen eines regulären Oktaeders, und läßt sich, bei all seiner Härte, dennoch ohne besondere Schwierigkeit nach diesen Richtungen durchspalten. Diese Eigenschaft bietet ein sehr willkommenes Mittel dar, ihm die verlangte Form, soweit sie durch Flächen der bezeichneten Richtungen begrenzt wird, zu ertheilen, ohne zum Schleifen seine Zuflucht nehmen zu müssen. Das Spalten oder Kloven erfordert natürlicherweise einige Geschicklichkeit und genaue Kenntniß der Richtungen des Blätterdurchganges. Hat der Arbeiter diese Richtung in dem rohen Steine erkannt, so setzt er ein Federmesser auf, und sucht durch einen raschen kräftigen Schlag mit einem kleinen Hammer die beabsichtigte Trennung zu bewirken. Ist der Stein so weit fertig, so müssen nun die kleineren Facetten angebracht werden, wozu der Blätterdurchgang nicht benutzt werden kann. Man bringt sie dadurch hervor, daß man den Diamant an das Ende eines etwa 8 Zoll langen eisernen Stäbchens oder Handgriffes mittelst einer leicht schmelzbaren Legirung von Zinn und Blei so befestigt, daß die abzuschleifende Stelle vorspringt, das Ende jenes Stäbchens läuft zu diesem Zweck in eine halbkugelförmig ausgehöhlte Erweiterung aus, die mit der besagten Legirung gefüllt ist. Man erwärmt diese über Kohlenfeuer genau bis zu dem Punkte, wo sie eine körnig-teigige Konsistenz annimmt, drückt nun den Diamant in der richtigen Lage in sie ein, streicht die Legirung

Digitized by Google

um ihn herum, so daß die zu bearbeitende Stelle hervorragt, und läßt erkalten. Auf die nämliche Art befestigt man einen zweiten Diamant an einem ähnlichen Handgriff, und beginnt nun, die beiden Steine mit Gewalt an einander zu reiben, wodurch sie sich gegenseitig abschleifen, und so die verlangten Facetten erhalten. Die Legirung wird nun wieder erweicht, der Stein herausgenommen, in einer anderen Lage wieder eingeschmolzen, dasselbe auch bei dem zweiten Stein verrichtet, und nun wieder gerieben, bis sämmtliche Facetten, und somit die Form des Steines vollendet sind.

Jetzt folgt die letzte Operation, das Poliren. Es geschieht auf flachen Scheiben von weichem Eisen, die etwa einen Fuß im Durchmesser haben, und durch einen Mechanismus horizontal mit großer Geschwindigkeit umgetrieben werden. Die obere Seite der Scheibe wird mit etwas Oel und Diamantstaub (Demantbord) bestrichen, und nun der Stein auf dieselbe Art, wie vorhin erwähnt, an das vordere, rechtwinklig gebogene Ende einer kurzen Eisenstange so befestigt, daß die zu polirende Fläche dem längeren Schenkel der Stange parallel ist. Diese wird nun, den Diamant abwärts gekehrt, horizontal hingelegt, so daß der Diamant mit der zu polirenden Fläche auf der Polirscheibe aufruht, während das hintere Ende der Stange auf einer Unterlage von angemessener Dicke aufliegt. — Um den Druck des Diamants gegen die Scheibe zu verstärken, belastet man die Stange durch aufgelegte Gewichte. Auch bei dieser Arbeit ist es unerläßlich, den Stein jedesmal nach Beendigung der Politur einer Facette auszunehmen und umzusetzen.

Solche Diamante, die der Farbe oder anderer Mängel wegen nicht zu Schmucksteinen oder zum Glasschneiden brauchbar sind, werden unter dem Namen Demantbord in den Handel gebracht, und besonders zum Poliren der Diamante und zum Schleifen anderer Edelsteine verwandt. Man zerstößt sie zu dem Ende in einem stählernen Mörser zu feinem Pulver, und verwendet es auf die beschriebene Art; doch ist zu bemerken, daß das Demantpulver nur allein beim Demant selbst zum Poliren, bei allen andern Steinen dagegen nur zum Schleifen gebraucht werden kann, indem die harten Demantpartikeln die Oberfläche der weicheren Steine ritzen würden.

Feine Diamantsplitter werden zum Bohren feiner Löcher in Glas, wohl auch in Rubine und andere harte Steine angewendet, auch zum Bohren von Löchern in Porzellan um zerbrochene Sachen zu repariren; sowie in künstliche Zähne, um sie zu befestigen.

Diastase. Der zuerst von Payen und Persoz in isolirtem Zustande ausgeschiedene Bestandtheil des Malzes, wodurch dieses die Eigenschaft besitzt, Stärkmehl in Dextrin und Zucker umzuwandeln. Sie entsteht bei dem Keimungsprozesse der Getreidearten wie es scheint aus dem Pflanzenleim und wird folgendermaßen dargestellt. Das gemahlene Malz, am besten Weizen- oder Gerstenmalz, wird mit wenigem kalten Wasser infundirt, die Infusion abgepreßt, durch Papier filtrirt, und im Wasserbade auf 70° erhitzt, wobei der größte Theil des Pflanzeneinreißes koagulirt und durch abermalige Filtration von der Flüssigkeit geschieden wird. Man setzt ihr nun Alkohol so lange zu, als noch ein Niederschlag von Diastase erfolgt, den man abfiltrirt, in Wasser löst und wiederum durch Alkohol fällt. Die so gewonnene Diastase muß nun bei gelinder Wärme getrocknet werden, und erscheint dann in Gestalt einer weißen, festen Substanz, die in Wasser und schwachem Alkohol löslich, in starkem Alkohol aber unlöslich ist. Die wässerige Lösung reagirt weder sauer noch alkalisch, und ist fast geschmacklos; sich selbst überlassen wird sie, je nach der Temperatur, früher oder später sauer. Sie enthält keinen Stickstoff. Bei 65 bis 75° C zeigt sie die interessante Eigenschaft, Stärke in Stärkegummi (Dextrin) und in Zucker umzu-

Digitized by Google

wandeln, und diese Wirkung ist so energisch, daß 1 Theil reine Diastase 2000 Theile trockne Stärke in Zucker umzuändern fähig ist. Je größer übrigens die Menge der vorhandenen Diastase, um so rascher geht der Prozeß von Statten. Durch Sieden der wässerigen Lösung wird die zuckerbildende Wirkung zerstört.

Spätere Untersuchungen von Guerin Varry über die Diastase haben zu den folgenden Ergebnissen geführt.

1. Ein Theil Diastase in 30 Thl. kaltem Wasser gelöst, und mit 408 Thl. Kartoffelstärke bei Abschluß der Luft zusammengebracht, übte im Verlauf von 60 Tagen bei einer Temperatur, die zwischen 20 und 25° variirte, nicht den geringsten Einfluß auf sie aus.

2. Bringt man 2 Thl. Stärke mit einer Auflösung von 3 Theilen Diastase bei einer Temperatur zusammen, die beinahe, aber nicht ganz hinreichen würde, die Stärkmehlkörnchen in reinem Wasser zum Gelatiniren zu bringen, so findet dennoch im Verlauf einer Stunde keine Einwirkung Statt; woraus also mit großer Wahrscheinlichkeit folgt, daß die Diastase bei dem Keimungsprozeß ebenfalls nicht auf die heilen Stärkmehlkörnchen der Getreidekörner einwirkt, und daß mithin die Entstehung des Zuckers beim Keimen wohl noch eine andere Ursache haben muß.

3. Bei der Wechselwirkung zwischen Diastase und Stärkmehl wird kein Gas absorbirt oder entwickelt, und die Einwirkung findet ebensowohl im leeren, wie im lufterfüllten Raume Statt.

4. 100 Theile Stärke mit 3900 Thl. Wasser zum Gelatiniren gebracht, mit einer Auflösung von 6,13 Thl. Diastase in 40 Thl. Wasser zusammengebracht, und 1 Stunde lang einer Temperatur von 60 bis 65° exponirt, lieferten 86,91 Thl. Zucker.

5. 100 Theile Stärke mit 1393 Thl. Wasser gelatinirt, mit 12,25 Diastase in 367 Thl. kaltem Wasser gelöst, 24 Stunden lang bei 20° erhalten, gaben 77,64 Zucker.

6. Derselbe Versuch bei der Temperatur von 0° angestellt, gab nach Verlauf von 2 Stunden 11,82 Thl. Zucker.

7. Die günstigsten Umstände zur Bildung einer möglichst großen Menge Zucker finden Statt, wenn die Diastase oder Gerstenmalz in geringem Ueberschuß vorhanden ist. Von letzterem wenigstens 25 Proz. vom Gewicht der Stärke, welche ihrerseits in dem 50fachen Gewichte Wasser gelatinirt und mit dem Malz bei einer Temperatur von 60 bis 65° in Digestion gesetzt wird. Es ist für die Zuckerbildung ganz besonders wichtig, daß sie so schnell wie möglich erfolge, denn, wenn bei langsamerer Einwirkung die Stärke zuerst in Dextrin übergeht, so wird dieses durch Gegenwart des Zuckers vor der Umwandlung in solchen geschützt, während bei rascher Einwirkung die Stärke unmittelbar in Zucker übergeht.

8. Der Stärkezucker, sowohl der mit Diastase, als auch der mit Schwefelsäure bereitete, krystallisirt gewöhnlich in blumenkohlartigen Massen, kann aber auch in prismatischen, mit rhomboidalen Facetten versehenen Krystallen anschießen;

9. Die Diastase übt, selbst in Ueberschuß angewandt, auf das Dextrin, wenn es nebst vielem Stärkezucker in Wasser gelöst ist, keinen Einfluß; während reines Dextrin, ohne Zucker, zum größten Theil in Zucker übergeht.

10. Gummi arabicum, Rohrzucker, Bierhefe werden von der Diastase gar nicht affizirt.

11. Die wässerige Lösung der Diastase zersetzt sich sowohl bei Luftzutritt, als auch ohne diesen sehr bald.

12. Wenn Stärkezucker, gleichviel, ob durch Schwefelsäure oder Diastase bereitet, der Weingährung unterworfen wird, so beträgt die Summe der Gewichte des erzeugten Alkohols und der Kohlensäure nebst dem chemisch gebundenen Wasser ungefähr 3¼ Proz. weniger, als der

Digitized by Google

zersetzte Zucker, eine Differenz, die größtentheils der gleichzeitigen Bildung von etwas Essigsäure, Milchsäure und flüchtigem Oel (?), und wahrscheinlich noch anderen bis jetzt unbekannten Gährungsprodukten zuzuschreiben ist.

Digestor. (Digester.) Ein gewöhnlich kleiner, sehr starker kupferner Kessel, der mit einem völlig genau schließenden Deckel und einem Sicherheitsventil versehen ist. Der Erfinder, Papin, nach welchem dieser Apparat auch Papinischer Topf genannt wird, brauchte ihn hauptsächlich, um Knochen, Knorpel u. dgl. bei erhöheter Temperatur und Pressung mit Wasser auszukochen, um auf solche Weise die Gallerte, die durch gewöhnliches Kochen ungemein langsam und unvollständig ausgezogen wird, schneller, und in größerer Menge zu erhalten. Die Erfindung des Papinischen Digestors liegt den gegenwärtig in Frankreich gebräuchlichen so genannten Autoclaves zum Grunde, die eigentlich nur in der Art des Verschlußes von dem ursprünglichen Digestor abweichen. Bei diesen nämlich wird der, auf den flach abgeschliffenen breiten Rand des Kessels genau passende Deckel durch bloße Drehung befestigt, indem er sich unter entsprechende Vorsprünge der Kesselwand hinunterschiebt. Bei andern kommt der nach unten konisch zulaufende und abgeschmirgelte Deckel in die entsprechende Oeffnung des Kesselrandes zu liegen, und wird durch eine einzige, auf seinen Mittelpunkt, oder vielmehr auf einen vorspringenden Bügel wirkende Schraube angedrückt. Um einen völlig dampfdichten Verschluß zu erlangen, legt man einen schmalen Streif Leinwand zwischen Deckel und Kesselrand ein. Das Sicherheitsventil wird entweder durch ein unmittelbar darauf lastendes Gewicht, oder durch einen Hebel, an dessen längeren Arm ein Gewicht gehängt wird, zugedrückt.

Zum Gebrauch bei Analysen vegetabilischer Substanzen ist von Chevreul die folgende sehr zweckmäßige Einrichtung vorgeschlagen: Sein Digestor besteht in einem starken kupfernen Zylinder, der mit einem dicht anschließenden Zylinder von dünnem Silber ausgefüttert ist, dessen Rand rechtwinklig umgebogen wird. Der gewölbte kupferne Deckel ist ebenfalls mit Silber ausgelegt, und wird beim Gebrauch mittelst Schraubenzwingen mit dem unteren Theile fest verbunden. Das konische Sicherheitsventil wird durch eine, in einer messingenen Büchse befindliche Spiralfeder von genau regulirter Stärke angedrückt. Eine von dem Deckel auslaufende Röhre dient dazu, den Digestor erforderlichenfalls mit einem Woulfe'schen Apparate in Verbindung zu setzen, um die sich entwickelnden Dämpfe verdichten zu können.

Dimity, ein baumwollener Zeug, eine Art glatter Barchent mit verschiedenen Köperstreifen oder anderen einfachen und kleinen, durch Schäfte und Tritte auf dem Webstuhle hervorgebrachten Mustern. In England wird er besonders in Lancashire häufig verfertigt.

Docht. (Wick, Mèche.) Eine, gewöhnlich aus lose gesponnenen baumwollenen Fäden leicht zusammengedrehete Litze, die durch Kapillarität das Oel oder das geschmolzene Talg oder Wachs bei Lampen und Lichten aufsaugt, um es so allmälig der Flamme zuzuführen. Bei gewöhnlichen Wachs- und Talglichten besteht der Docht aus parallelliegenden oder schwach zusammengedrehten Fäden, zu Stearinsäurekerzen dagegen wird er auf einer Maschine aus drei Fäden geflochten, mit sehr verdünnter Schwefelsäure angefeuchtet, und getrocknet, wodurch er die Eigenschaft erlangt, beim Brennen sich ein wenig zu krümmen, so daß das seitwärts gebogene Ende dem Zutritt der Luft dargeboten wird, und dadurch beständig abbrennt, daher solche Lichte nicht geputzt zu werden brauchen, sich gleichsam selbst putzen.

Bei den Dochten der Palmer'schen Patentlichte wird der zehnte Theil derselben vor der Zusammensetzung mit basisch salpetersaurem Wismuth, das mit Oel abgerieben worden, getränkt, der ganze Docht nun mit jenem Faden übersponnen (schraubenartig bewickelt), und hievon zwei Längen in entgegengesetzter Richtung um ein dünnes Stäbchen ge-

Digitized by Google

wunden, ungefähr so wie bei dem Stab des Merkur. Das so bewundene Stäbchen wird mitten in die Form eingesetzt, und nun das geschmolzene Talg eingegossen. Nach dem Erkalten zieht man das Stabchen heraus, wo dann die beiden Dochte in ihrer spiralförmigen Windung in dem Lichte zurückbleiben. Die Wirkung dieser Dochte besteht darin, daß beim Brennen die beiden Hälften getrennt zu beiden Seiten aus der Flamme hervorstehen, und dadurch vollständig weg brennen, so daß auch diese Lichte nicht geputzt zu werden brauchen. Das salpetersaure Wismuth hat den Zweck, das vollständige Verbrennen der Kohle, die sich etwa auf dem Dochte absetzt, zu befördern.

Dozimasie, s. Probirkunst.

Drachenblut. (Dragons blood, Sang dracon.) Ein rothes Harz, das theils in kleinen Klumpen ungefähr von der Größe einer Muskatnuß, theils auch in Stängelchen, von der Dicke einer starken Federpose, theils endlich in ganz unregelmäßigen Kuchen im Handel vorkommt. Die Farbe des Harzes in ganzen Stücken ist dunkelbraunroth, das Pulver hellroth, es ist ziemlich leicht zerreiblich, und von 1,196 spez. Gew. Wie alle Harze ist es im Wasser unauflöslich, in Weingeist, Aether und Oelen dagegen ganz leicht löslich. Es wird von verschiedenen Pflanzen, der Dracaena Draco, dem Pterocarpus santalinus, dem Pterocarpus draco, und dem Calamus Rotang, gewonnen, und kommt von Ostindien, Afrika und Südamerika in den Handel.

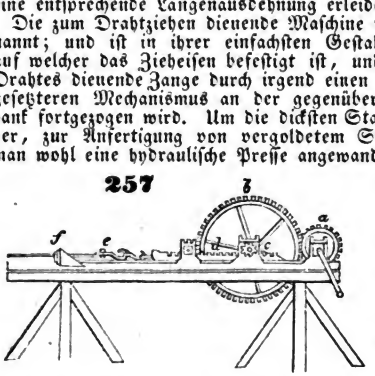
Die Hauptanwendung des Drachenblutes ist zum Rothfärben von Firnissen, besonders zum Goldlack.

Drahtgewebe (Gauze wire cloth), werden hauptsächlich nur aus Eisen und Messing in sehr verschiedenen Sorten, theils von gröberem oder feinerem Drahte, theils von großerer oder geringerer Dichtigkeit des Gewebes angefertigt, und dienen hauptsächlich zu Sieben. Bei den Davyschen Sicherheitslampen wird davon ebenfalls Anwendung gemacht. (s. Sicherheitslampe.)

Drahtziehen. (Wire drawing, Tréfilerie.) Besteht im Wesentlichen darin, daß man ein Stück Metall successive durch eine Anzahl verschieden großer Löcher in einer Stahlplatte, dem Zieheisen, hindurchzieht, dabei natürlicherweise mit dem weitesten Loche den Anfang macht, hierauf das nächstkleinere in Anwendung bringt u. s. f., bis der Draht zu der verlangten Dünne ausgezogen ist, wobei er auf Kosten der Dicke eine entsprechende Längenausdehnung erleidet.

Die zum Drahtziehen dienende Maschine wird die Ziehbank genannt; und ist in ihrer einfachsten Gestalt eine schmale lange Bank, auf welcher das Zieheisen befestigt ist, und die zum Ausziehen des Drahtes dienende Zange durch irgend einen einfacheren oder zusammengesetzteren Mechanismus an der gegenüberstehenden Seite der Ziehbank fortgezogen wird. Um die dickſten Stangen von vergoldetem Silber, zur Anfertigung von vergoldetem Silberdraht auszuziehen, hat man wohl eine hydraulische Presse angewandt. Fig. 257 stellt eine gewöhnliche Zangen-Ziehbank dar, bei welcher das Zieheisen bei f sich gegen eine feste Widerlage stützt. Die Zange e wird durch die gezahnte Stange d fortgezogen, deren Zähne in die des Getriebes c eingreifen, welcher mit dem Rade b auf einer gemeinschaftlichen Achse sitzt. Dieses letztere wieder steht mit dem kleineren Rade a in Eingriff, dessen Welle mit einem (in der Figur weggelassenen) Schwungrade und zwei Kurbeln versehen ist, damit zwei

257



Digitized by Google

Arbeiter zugleich beim Drehen angestellt werden können. Das Schwungrad ist hiebei sehr wesentlich nöthig, damit der Zug ganz gleichförmig, und nicht etwa stoßweise fortschreitet, weil ein ungleichförmiger Zug auch Ungleichheiten in der Ausbildung des Drahtes zur Folge hat. Die Zange ist eben so einfach, wie sinnreich, und zwar so eingerichtet, daß sie den Draht um so fester packt, je schwerer er sich fortziehen läßt, indem die Gewalt des Zuges selbst es ist, die das Maul der Zange zusammendrückt. Die Schenkel der Zange nämlich sind an ihren hinteren Enden mit aufstehenden ringförmigen Biegungen versehen, durch welche ein größerer ovaler Ring hindurchgeht, der von der Maschine fortgezogen wird, und hiebei nicht nur ziehend auf die Zange einwirkt, sondern zugleich ihre stark divergirenden Schenkel gegen einander drückt. Der Mechanismus der Ziehbänke wird auf vielerlei Weise abgeändert. Der eben erklärte eignet sich gut zum Ziehen sehr dicker Drähte. Weit öfter aber ersetzt man die Zahnstange durch ein Seil, welches sich um eine, mittelst des Räderwerks gedrehte, horizontal am Ende der Bank liegende Walze aufrollt, und dabei die Zange nach sich zieht. Die Ziehbank hat öfters eine Länge von 15 bis 20 Fuß und mehr.

Es ist beim Drahtziehen meist unerläßlich, das Metall dann und wann auszuglühen, weil es sonst so hart und spröde wird, daß es beim fortgesetzten Ausziehen reißen würde. Nur die weichsten Metalle machen hiervon eine Ausnahme. Um die durch das Ausglühen entstandene Oxydkruste wegzuschaffen, legt man den ausgeglüheten Draht in verdünnte Schwefelsäure.

Das Drahtziehen mittelst der Zange auf der Ziehbank bietet den großen Uebelstand dar, daß sich die rauh gemachten inneren Seiten des Maules in den Draht eindrücken, und dadurch die so genannten Zangenbisse verursachen, die um so nachtheiliger auf die Güte des Drahtes einwirken, je kürzer die Ziehbank war, je näher sie also an einander liegen. Man setzt daher besonders zum Ausziehen feinerer Drähte die Ziehscheiben oder Leiern in Anwendung, Zylinder, die durch irgend einen Mechanismus in einer horizontalen Ebene gedreht werden, und den an ihnen befestigten Draht auf sich aufwinden und so fortziehen. Man hat jedoch in neuerer Zeit angefangen, auch sehr dicke Drahtsorten auf der Ziehscheibe zu ziehen. Die Scheibe steht auf vertikaler Achse über einer Bank (auf welcher zugleich das Zieheisen angebracht ist), und wird mittelst Räderwerk durch Wasser- oder Dampfkraft in Bewegung gesetzt. Ihr Durchmesser beträgt 6 bis 18 Zoll oder noch mehr; ihre Höhe 6 bis 12 Zoll. Die kleinsten, zum Ziehen der feinsten Drähte angewendeten Scheiben werden durch eine Kurbel oder eine ähnliche Vorrichtung von der Hand eines Arbeiters umgedreht; diese führen zur Unterscheidung den Namen Handscheiben oder Handleiern.

Wenn es zu wissenschaftlichen oder sonstigen speziellen Zwecken sich darum handelt, einen sehr dünnen, dabei aber sehr langen und von Anfang bis zu Ende gleich dicken Draht zu ziehen, so sind gewöhnliche stählerne Zieheisen nicht zu brauchen, weil sie sich durch den, gewaltsam hindurchzwängenden Draht ziemlich schnell ausweiten. Man hat daher für solche Zwecke statt der stählernen Zieheisen, Rubine, Saphire, Chrysolithe und andere harte Steine mit den erforderlichen Bohrungen in Anwendung gebracht, und unerwartet günstige Resultate erhalten. So z. B. wurde ein Silberdraht von 0,0033 Zoll Durchmesser und 170 engl. Meilen Länge durch einen Rubin ausgezogen, und trotz dieser ungeheuren Länge fand sich das Ende (durch Messung mit einem Mikrometer und durch Abwägungen eines Stückes von bestimmter Länge) nicht im geringsten dicker, als der Anfang. Stählerne Ziehlöcher weiten sich so leicht aus, daß sie nach Hindurchziehen eines 14000 Klafter langen Stückes Messingdraht schon merklich größer sind, und

Digitized by Google

um einen Draht von der anfänglichen Dicke zu liefern durch Hämmern verengt werden müssen.

Die Verlängerung des Drahtes steht mit der Verkleinerung des Durchmessers in quadratischem Verhältnisse, so daß, wenn ein Draht bis zur Hälfte seiner Dicke ausgezogen wird, sich seine Länge verviersfacht; wenn sein Durchmesser auf $\frac{1}{3}$ reduzirt wird, seine Länge neunfach wächst u. s. f.

Die Geschwindigkeit, mit der ein Draht gezogen werden darf, richtet sich hauptsächlich nach der Duktilität und Zähigkeit des Metalls, kann aber in dem Maße zunehmen, je feiner der Draht wird, weil die feinsten Theilchen des Metalles durch das häufig wiederholte Ausziehen immer mehr eine faserige Struktur annehmen, und dadurch eine vermehrte Festigkeit erhalten. Eisen- und Messingdraht von 0,3 Zoll Durchmesser kann mit einer Geschwindigkeit von 12 bis 15 Zoll pr. Sekunde gezogen werden, von 0,025 Zoll Durchmesser mit einer Geschwindigkeit von 40 bis 50 Zoll; feiner Silber- und Kupferdraht verträgt sogar eine Schnelligkeit von 60 bis 70 Zoll pr. Sekunde.

Eine sehr sinnreiche Methode um einen Platindraht von außerordentlicher Feinheit darzustellen, ist von Wollaston angegeben worden. Er überzieht einen Platindraht mit zehnfach dickerem Silber, und zieht dies zu einem Draht von $\frac{1}{300}$ Zoll Dicke aus, wobei sowohl das Silber als auch der in der Mitte befindliche Platindraht verdünnt werden. Löst man nachher das Silber durch Salpetersäure auf, so bleibt der feine Platindraht in einer Dicke von $\frac{1}{2000}$ Zoll zurück.

Die Französischen Zieheisen stehen in solchem Rufe, daß sie während des letzten Krieges, in England mit Silber aufgewogen wurden. Die Löcher werden durch Eintreiben eines stählernen Stempels (Durchschlags) verfertigt.

Beim Ziehen selbst wird dicker Draht mit Talg oder Oel, feinerer mit Wachs bestrichen.

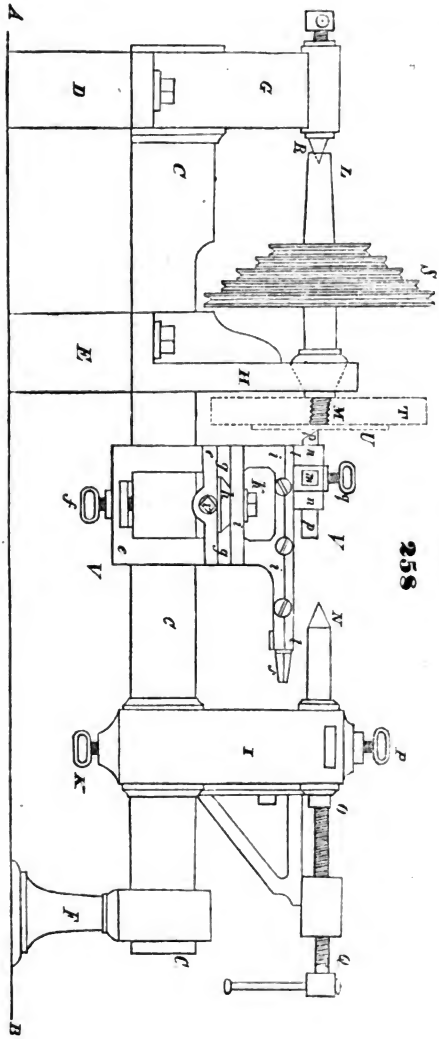
Drehbank (tour, lathe, turning lathe.) — Die Drehbank ist für die meisten Metallarbeiten, so wie für viele in Holz und anderen Materialien arbeitende Gewerbe eine unentbehrliche mechanische Vorrichtung, und namentlich bei dem gegenwärtigen Zustande der praktischen Mechanik noch von viel ausgedehnterer Wichtigkeit, als wohl in früherer Zeit. Sie bietet nämlich (wenn man die der wesentlichen Einrichtung nach nahe verwandten Drehstühle der Uhrmacher ꝛc. hinzurechnet) nicht nur das einzige leichte und sichere Mittel dar, Gegenstände von genau runder Gestalt auszuarbeiten; sondern findet auch zum Drechseln ovaler und anders gestalteter Arbeiten, zur Herstellung ebener Flächen, zum Guillochiren, Bohren und zu noch manchen anderen Operationen Anwendung, von welchen die wichtigsten weiter unten angeführt werden, und worunter einige sind, zu denen man die Drehbank erst in neuerer Zeit gebrauchen gelerut hat.

Ihrer sehr verschiedenen Bestimmung gemäß sind die Drehbänke äußerst mannichfaltig von Bauart, namentlich was die Detail-Konstruktionen, die Form und Größe betrifft. Demungeachtet ist, für die allgemeine Kenntniß dieser Maschine, das Wesentliche in allen Fällen übereinstimmend. Um im Folgenden die Hauptttheile der Drehbank an einem Muster genauer erläutern zu können, ist eine solche von kleiner Art (nach dem Systeme von Maudslay) Fig. 258 im Seitenaufrisse und Fig. 259 in der Queransicht abgebildet. Die vorzüglichsten Abweichungen, welche in dem Baue anderer Drehbänke sehr häufig vorkommen, werden daneben berührt werden.

Die Bestimmung der Drehbank ist, ein gegebenes Arbeitsstück zweckmäßig an einer horizontal liegenden eisernen Achse (der so genannten Spindel) zu befestigen (einzuspannen), und es sammt dieser in eine drehende Bewegung zu setzen, damit man während dem im Stande ist, entweder durch Annäherung der erforderlichen schneidenden Werkzeuge (Dreheisen) so lange von dem Material Theile abzuschneiden, bis die verlangte Gestalt und Größe erreicht ist; oder mit Hülfe anderer Instru-

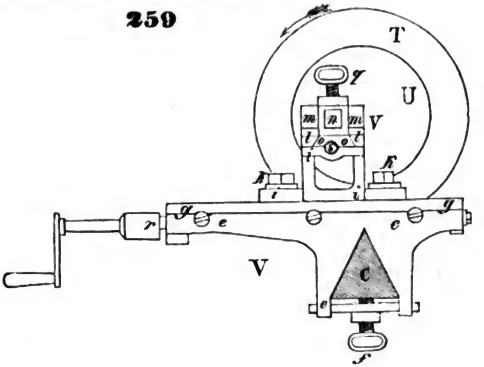
Digitized by Google

mente gewisse Ausarbeitungen vorzunehmen. Es kommen demnach folgende Punkte in Betracht:



a. das Gestell der Drehbank;
b. die Spindel mit ihren Nebentheilen;
c. der Bewegungs-Apparat;

259



d. das Einspannen der Arbeitsstücke;
e. die Vorrichtung zum Halten oder zur Unterstützung der Drehwerkzeuge;
f. die Drehwerkzeuge selbst;
g. das Verfahren beim Drehen oder Drechseln;
h. verschiedene andere Anwendungen der Drehbank.

a. Das Gestell besteht bei der Mehrzahl der Drehbänke aus zwei 3 bis 12 Fuß langen, horizontal liegenden, mit einander parallelen Balken (Wangen) von Holz oder Gußeisen, welche auf einem zweckmäßigen Unterbaue in 2 bis 3 Fuß Entfernung vom Fußboden ruhen. Bei kleinen Drehbänken bringt man jedoch sehr oft statt der Wangen eine einzige, schmiedeiserne, im Querschnitte drei- oder fünfseitige Stange an, welche das Prisma genannt wird, weshalb solche Drehbänke Prisma-Drehbänke genannt zu werden pflegen. Von dieser Art ist die hier abgebildete, bei welcher man, um in dem beschränkten Raume die wichtigsten Theile nicht nach einem zu kleinen Maßstabe zeichnen zu müssen, den ganzen tischartigen Unterbau weggelassen hat, dessen Oberfläche durch die horizontale Linie A, B angedeutet wird. Man sieht hier, daß das Prisma C durch drei niedrige Träger D, E, F unterstützt wird, auf welchen es vollkommen horizontal und unbeweglich liegen muß. Ein sehr wesentlicher Theil des Gestells sind die Docken. Man versteht hierunter senkrechte, von Holz, Messing oder Gußeisen verfertigte Stützen, welche auf den Wangen oder auf dem Prisma stehen. Zu einer vollständigen Drehbank gehören drei Docken: zwei davon stehen am Ende der Drehbank, links vom Arbeiter, unbeweglich; nämlich die Hinterdocke G, und die Vorderdocke H; die dritte I, welche der Reitstock genannt wird, läßt sich längs der Wangen oder des Prisma verschieben, und an jedem beliebigen Punkte mittelst einer Schraube (K in Fig. 258) befestigen. Die Vorder- und Hinterdocke dienen zur Unterstützung der Spindel L, M, welche vollkommen horizontal und parallel zu den Wangen eingelegt sein und richtig rund laufen, d. h. sich ohne Abweichung um ihre mathematische Achse drehen muß. Der Reitstock enthält den zylindrischen oder prismatischen Reitnagel N O, dessen Achse bei jeder Stellung des Reitstockes genau in die Verlängerung der Spindelachse fallen soll, und welcher an dem der Spindel zugekehrten Ende mit einer kegelförmigen Spitze N versehen ist. Der

Reitnagel läßt sich in dem Reitstocke mittelst der Schraube Q vor- oder rückwärts schieben, und in der ihm gegebenen Lage mittelst einer Druckschraube P befestigen.

b. Die Spindel L M wird auf verschiedene Weise in die Docken G, H eingelegt. Nach der aus Fig. 258 ersichtlichen Art, welche jetzt bei kleinen Drehbänken fast immer angewendet wird, und die vorzüglichste ist, liegt die Spindel nahe an ihrem rechten oder vordern Ende mit einem konischen (punktirt angegebenen) Halse in einem gleich gestalteten Lager der Docke H, und wird im Mittelpunkte des hintern Endes durch eine an der Docke G angebrachte Spitze R gehalten. Bei großen Drehbänken, auf welchen schwere Gegenstände bearbeitet werden, muß man jedoch, Festigkeit halber, der Spindel auch in der Hinterdocke ein Lager geben, so daß sie alsdann in ähnlicher Weise unterstützt ist, wie man mit liegenden Wellen bei Maschinen gewöhnlich zu thun pflegt. In jedem Falle ragt das vordere Ende M der Spindel ein wenig aus der Docke H hervor, und ist hier mit einem Schraubengewinde versehen.

c. Die Vorrichtung, durch welche die Spindel in Umdrehung gesetzt wird, besteht gewöhnlich aus einem hölzernen (zuweilen eisernen) Rade, welches mit einer auf der Spindel angebrachten Rolle S durch eine Schnur oder einen Riemen ohne Ende in Verbindung steht. Das Rad, Schwungrad, wird bei kleinen Drehbänken (wo man es unter dem Gestelle anzubringen pflegt) mittelst eines Krummzapfens, einer Zugstange und eines Trittes von dem Drechsler selbst durch Treten mit einem Fuße bewegt. Bei größeren Drehbänken dagegen wird das Schwungrad in einem eigenen Gestelle neben die Drehbank gestellt und von einem Gehülfen mit den Händen an einer Kurbel gedreht. Wo mehrere Drehbänke oder eine Drehbank und noch andere Maschinen zugleich in Gang zu setzen sind (wie in großen mechanischen Werkstätten und Fabriken), wendet man Wasser- oder Dampfkraft zum Betriebe an. Dann liegt im obern Theile des Arbeitsraums eine lange, mit mehreren Riemenscheiben versehene, und von der Triebkraft umgedrehte Welle, von welcher die endlosen Riemen auf die Spindelrollen der Drehbänke herablaufen. Die Spindeln sehr schwerer Drehbänke werden auch wohl von Menschenhand oder Dampfkraft mittelst verzahnter Räder in Umdrehung gesetzt, sofern hier nur eine ziemlich langsame, dagegen kraftvolle Drehung erforderlich ist. — Weil, nach der Größe und sonstigen Beschaffenheit der Arbeitsstücke, deren drehende Bewegung bald mit größerer, bald mit geringerer Geschwindigkeit Statt finden muß, so versieht man in der Regel (wenn der Betrieb mittelst eines Riemens oder einer Schnur geschieht) die Spindel mit einer mehrfachen Rolle, wie S in Fig. 258, deren Rinnen oder Schnurläufe von verschiedenem Durchmesser sind. Bei dieser Veranstaltung wird, unter Voraussetzung einer gleichbleibenden Geschwindigkeit des Schwungrades, die Umdrehung der Spindel desto langsamer, je kleiner derjenige Absatz der Rolle ist, in welchen man die Schnur oder den Riemen legt.

d. An der Spindel werden, mit oder ohne Hülfe des Reitstocks, die zu bearbeitenden Gegenstände dergestalt befestigt, daß die Umdrehung der Spindel sich denselben mittheilt. Man nennt diese Befestigung das Einspannen, und bewirkt sie nach zwei wesentlich verschiedenen Methoden, unter welchen man mit Rücksicht auf die Gestalt des Arbeitsstücks, und auf die Art der mit demselben vorzunehmenden Bearbeitung wählt. Wenn das Arbeitsstück lang ist, oder wenn ein mäßig langer Gegenstand nur auf seinem Umkreise abgedreht werden soll, so bedient man sich des Einspannens zwischen Spitzen, wobei das Stück an beiden Enden (einerseits von der Spindel, anderseits vom Reitnagel) gehalten wird. Gegenstände aber, die von geringer Länge sind, oder auf ihrer Endfläche bearbeitet werden müssen, erhalten bloß eine Befestigung an einem Ende (an der Spindel) und bleiben daher mehr den Drehwerkzeugen zugänglich, namentlich was das der Spindel entgegengesetzte Ende betrifft.

Digitized by Google

Beim Drehen zwischen Spitzen, welches jederzeit am meisten ein richtiges Rundlaufen der Arbeit gewährt, und deshalb für genaue Arbeit unbedingt den Vorzug verdient (sofern es den Umständen nach überhaupt anwendbar ist), wird das Arbeitsstück auf seinen beiden Endflächen im Mittelpunkte mit einer kleinen konischen Vertiefung versehen. Die Spitzen sind genau gedrehte Kegel von gehärtetem Stahle; eine derselben befindet sich am Reitnagel (N in Fig. 258); die andere wird in das Ende M der Spindel eingeschraubt. Indem man das Arbeitsstück mit den schon erwähnten Vertiefungen seiner Endflächen zwischen die Spitzen legt, bilden letztere die Endpunkte seiner Umdrehungsachse. Mittelst einer besonderen kleinen Vorrichtung, welche man den Führer nennt, muß die Umdrehung der Spindel auf die Arbeit übertragen werden, weil hierzu die Spitze der Spindel keine hinreichende Verbindung gewährt. Ist ein langes Arbeitsstück auf seiner Endfläche zu bearbeiten (z. B. in der Achse zu bohren), so wird der Reitnagel ein Hinderniß. Man läßt dann dieses Ende, welches vorher konisch abgedreht wird) in einem Lager laufen, welches sich an einer (nur für diesen Fall dienenden) Hülfsdocke, der so genannten Lünette, befindet; das andere Ende wird wie sonst von der Spitze der Spindel unterstützt, der Reitstock aber zur Seite geschoben, nöthigen Falls sogar gänzlich von der Drehbank abgenommen.

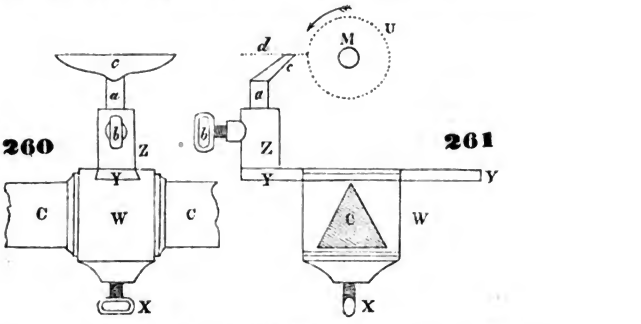
Arbeitsstücke, welche nur an einem Ende befestigt werden können, verbindet man mit der Spindel durch Futter oder Patronen, die aus Holz, Messing oder Eisen gemacht und von sehr verschiedener Einrichtung sind, indem die Arbeit in denselben bloß durch Einklemmen, oder durch Schrauben ꝛc. festgehalten wird. Man schraubt die Futter auf das Gewinde M der Spindel. Der Reitstock wird in diesem Falle nicht gebraucht. Flache und dünne (scheibenartige) Gegenstände werden oft auf einer hölzernen Scheibe, die auf der Spindel angeschraubt ist, mittelst eines Kittes aus Kolophonium, Terpentin und Ziegelmehl aufgekittet. In Fig. 258, 259 kann T eine solche Kittscheibe und U das darauf befindliche Arbeitsstück vorstellen.

e. Die Vorrichtung, durch welche während des Drehens das Drehwerkzeug unterstützt wird, ist für verschiedene Fälle von zweierlei Art. Beim Drehen von Holzarbeiten u. dgl., so wie von ordinären Metallgegenständen, insbesondere jedes Mal, wenn die Gestalt des abzudrehenden Stückes nicht von sehr einfacher Art ist, wird das Dreheisen mit den Händen angehalten und fortbewegt, wobei der Drechsler es auf die so genannte Auflage stützt. Beim genauen Drehen von Zylindern, Kegeln und ebenen Flächen aus Metall dagegen bedient man sich meistentheils (und wenn es auf genaue Arbeit ankommt, immer) einer mechanischen Vorrichtung (des Supportes), worin das Dreheisen fest eingeschraubt ist, und durch langsame Umdrehung einer Schraubenspindel an der Arbeit fortgeführt wird.

Die einfache Auflage zum Drehen aus freier Hand ist Fig. 260 in dem Seitenaufrisse und Fig. 261 in der Queransicht vorgestellt. Man muß sich, um die Verbindung derselben mit der Drehbank einzusehen, vorstellen, daß aus Fig. 258 die ganze mit VV bezeichnete Vorrichtung weggenommen, und dafür Fig. 260 an die Stelle gesetzt sei, wozu in der letztgenannten Abbildung der mit dargestellte Theil des Prisma CC die erforderliche Richtschnur an die Hand gibt. W ist eine auf dem Prisma C verschiebbare und an jedem Platze vermittelst der Druckschraube X zu befestigende Hülse, welche oben, quer gegen das Prisma stehend, einen schwalbenschwanzförmigen Ausschnitt zur Aufnahme des Schiebers Y enthält. Auf diesem letzteren erhebt sich das senkrechte, oben offene, eiserne Rohr Z, und in diesem läßt sich der zylindrische Schaft a sowohl auf- und niederschieben, als um seine Achse drehen, dann in jeder ihm gegebenen Stellung durch die Druckschraube b unbeweglich machen. Der schräge schaufelförmige Theil c am obern Ende

Digitized by Google

von a bildet die eigentliche Auflage, auf welche das Drehwerkzeug so gelegt wird, wie die punktirte Linie d in Fig. 261 ungefähr andeutet.



M in dieser letzteren Figur bezeichnet das vordere Ende der Spindel, die Kreispunktirung U ein an derselben eingespanntes Arbeitsstück, welches sich in der Richtung des beigesetzten Pfeiles umdreht. In Folge der eben beschriebenen Bauart ist die Auflage folgender Bewegungen fähig, welche nothwendig sind, um ihr beim Drechseln für jeden vorkommenden Fall die geeignete Stellung gegen das Arbeitsstück zu ertheilen: 1. einer Verschiebung parallel mit der Spindel, durch Fortführung der Hülse W längs des Prisma C; 2. einer Verschiebung rechtwinkelig gegen die Spindel, durch Ortsveränderung des Schiebers Y in dem Ausschnitte von W; 3. einer senkrechten Hebung und Senkung durch Auf- oder Niederschiebung des Schaftes a in dem Rohre Z; 4. endlich einer horizontalen Drehung, ebenfalls mittelst der Beweglichkeit von a in Z, wodurch man im Stande ist, den Theil c parallel zur Spindel oder in einem beliebigen Winkel gegen dieselbe zu stellen.

Der Support, den man in Einzelheiten auf sehr verschiedene Weise konstruirt, obschon das Wesentlichste dabei immer unverändert bleibt, ist in Fig. 258 und 259 bei V V vorgestellt. e e ist der Fuß desselben, welcher auf dem Prisma C steckt, darauf nach Erforderniß verschoben und durch Anziehung der Druckschraube f festgestellt werden kann. Auf diesem Fuße ist zwischen zwei parallelen, innerlich abgeschrägten Leisten g, g der Schieber h beweglich, welcher durch Umdrehung einer Schraubenspindel (von der man nur den Kopf r, in Fig. 259 mit einer daran gesteckten Kurbel, sieht) in der Richtung seiner Länge geführt werden kann. Auf h ist mittelst der Schrauben k, k ein zweiter Fuß i, i befestigt, der zwischen zwei Leisten l, l einen andern, gegen h rechtwinkelig gestellten, Schieber o enthält. Letzterer endlich trägt ein kreuzförmiges Stück m m, n n, mit zwei sich durchkreuzenden viereckigen Oeffnungen, von welchen die eine oder die andere zum Einstecken des Dreheisens p p (Fig. 258) benutzt wird. Die Druckschraube q dient zur Befestigung des Dreheisens. Der Schieber o wird durch Umdrehung einer Schraubenspindel bewegt, deren Kopf man bei s bemerkt. Die Höhe des ganzen Supports ist eine solche, daß die Spitze des Dreheisens in der nämlichen horizontalen Ebene wie die Achse der Drehbankspindel sich befindet. Steckt das Werkzeug (wie Fig. 258 angibt) in der Oeffnung von n n, also parallel zur Spindel L M, so wird es durch Umdrehung der Schraube r vor dem Arbeitsstücke U hergeführt und bearbeitet dessen ebene Fläche; durch Umdrehung der Schraube s wird es in diesem Falle der Arbeit genähert oder von derselben zurückgezogen. Legt man dagegen das Dreheisen in die Oeffnung von m m, wo es unter einem

Digitized by Google

rechten Winkel gegen die Drehbankspindel sich befindet; so eignet sich der Support zum Drehen von Zylindern auf ihrem Umfreise, wobei die Annäherung und das Zurückziehen des Werkzeuges mittelst der Schraube r, die Fortführung desselben, in einer Richtung parallel zur Spindel, durch die Schraube s Statt findet. Gibt man endlich, während das Dreheisen in m m sich befindet, dem obern Fuße i i mittelst seiner Befestigungsschrauben k, k eine solche Stellung, daß der Schieber o einen spitzigen Winkel mit der Drehbankspindel bildet, so kann man konische Gegenstände drehen.

Bei sehr großen Drehbänken, auf welchen lange Walzen abgedreht werden, verbindet man den Support dergestalt mit dem Drehbankgestelle, daß eine große Schraube, eben so lang als die Wangen und zwischen denselben liegend, ihn von einem Ende der Drehbank bis ans andere fortführen kann. Jene Schraube erhält alsdann ihre Umdrehung nicht mehr durch die Hand, sondern mittelst einer Verbindung von gezahnten Rädern, durch welche sie mit der Drehbankspindel zusammenhängt. Auf dem Supporte selbst befindet sich in diesem Falle nur ein einziger Schieber mit der dazu gehörigen Schraubenspindel, um das Dreheisen der Arbeit zu nähern oder von ihr zurückzuziehen.

f. Die Dreheisen (Drehstähle), welche beim Drehen aus freier Hand gebraucht werden, sind mannichfaltig, und werden nach Beschaffenheit des zu bearbeitenden Materials, so wie nach der Gestalt und Größe der Arbeitsstücke ausgewählt. Die vorzüglichsten Arten der Drehstähle zur Metallarbeit sind in Fig. 262 bis 272 abgebildet.

Fig. 262 (in zwei Ansichten) ist ein Grabstichel (Drehstichel), dessen Querschnitt quadratförmig, und bei welchem durch die schräg nach der Diagonale angeschliffene Fläche a b c b eine Spitze bei o und zwei Schneiden o b, o b gebildet sind.

Fig. 263 ein Schrotstahl, mit bogenförmiger Schneide a.

Fig. 264 ein Spitzstahl, wo (zum Unterschiede von dem Grabstichel) die zwei Schneiden a b, b c, welche in der Spitze b zusammenlaufen, in der obern Ebene des Werkzeuges liegen.

Fig. 265 ein Schlichtstahl, dessen Schneide a b geradlinig ist.

Fig. 266, 267, 268 drei verschiedene Hakenstähle, wovon der erste eine runde Schneide a wie ein Schrotstahl, der zweite eine winkelförmige a b c gleich dem Spitzstahl, der dritte eine geradlinige a b nach Art des Schlichtstahls hat.

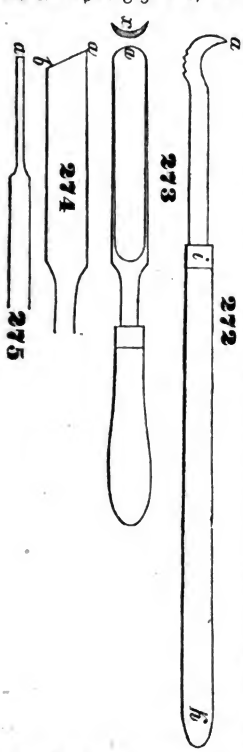
Fig. 269 ein Ausdrehstahl, woran a b die Schneide ist.

Fig. 270, 271 zwei verschiedene Mondstähle, mit konver gekrümmter Schneide a, welche sich von jener des Schrotstahles wesentlich dadurch unterscheidet, daß sie seitwärts steht.

Alle bisher genannten Arten werden mit kurzen Heften nach Art der

Feilenhefte versehen, wie m in Fig. 262 zeigt. Außerdem braucht man zum Drehen großer Eisenarbeiten die so genannten Drehhaken, Fig. 272, welche ein langes, an die Achsel zu legendes Heft i k erhalten, und an der Schneide bei a entweder wie ein Schrotstahl, oder wie ein Spitzstahl, oder wie ein Schlichtstahl gestaltet sind, wonach man sie Schrothaken, Spitzhaken, Schlichthaken benennt.

Zum Drechseln des Holzes kommen hauptsächlich die Röhre Fig. 273, der Meißel Fig. 274, der Stichstahl Fig. 275 und außerdem Ausdrehstähle, Spitzstähle, Hakenstähle u. m. a. in Anwendung. Fig. 273 ist wie eine halbzylindrische Rinne gestaltet (s. den Querdurchschnitt x), deren zugerundetes Ende a scharf geschliffen ist. Fig. 274 ist flach, und hat eine geradlinige, schräg stehende Schneide a b. Fig. 275 gleicht mit seiner kurzen geraden Schneide bei a einem sehr schmalen Schlichtstahle (Fig. 265).



Die Drehstähle, welche beim Drehen mit dem Support gebraucht werden, sind kurz, ohne Hefte, und hinsichtlich ihrer Schneide größtentheils den Grabsticheln (Fig. 262) oder den Spitzstählen (Fig. 264) ähnlich.

g. Das Verfahren beim Drechseln ist viel zu sehr Sache der praktischen Fertigkeit und von den Umständen abhängig, um hieraus einander gesetzt zu werden. Beim Drehen aus freier Hand wird der Erfolg sowohl von der Güte und zweckmäßigen Auswahl des Drehwerkzeugs, als von dessen geschickter und angemessener Führung bedingt. Höchst wichtig ist auch eine passende Geschwindigkeit des Arbeitsstückes bei seiner Umdrehung. Je weicher das Material ist, desto größer darf diese Geschwindigkeit sein. Arbeiten aus Gußeisen, welche mit dem Support gedreht werden, gibt man nicht gern eine größere Umfangsgeschwindigkeit, als etwa 3 Zoll pr. Sekunde d. i. 15 Fuß pr. Minute, wonach z. B. ein Stück von 6 Zoll Durchmesser $5\frac{1}{2}$ Umdrehungen in 1 Minute macht, ein solches von 3 Fuß Durchmesser aber 37 bis 38 Sekunden zu einer Umdrehung erfordert. Eisen und Stahl erhitzen durch ihren großen Widerstand die Drehwerkzeuge bedeutend, und würden hierdurch das Weichwerden und die vorschnelle Abstumpfung derselben veranlassen, wenn man nicht ununterbrochen Wasser auf die Stelle tröpfeln ließe, wo man arbeitet.

Das Verfahren beim Drehen mit dem Supporte geht im Wesentlichen schon aus dem hervor, was oben bei der Beschreibung des Supportes gesagt worden ist.

h. Außer dem Drehen sind vorzüglich noch folgende Arbeiten, zu welchen die Drehbank mehr oder weniger allgemein benutzt wird.

1. Das Bohren. — Man bohrt auf der Drehbank nach zwei Methoden. Die erste besteht darin, daß man das an der Spindel eingespannte Arbeitsstück wie beim Drechseln umlaufen läßt, während man den Bohrer mit der Hand dagegen anhält, oder durch den mittelst seiner Schraube allmälig vorgeschobenen Reitnagel andrückt. Die andere Art ist das Umgekehrte hiervon: es wird nämlich der Bohrer eingespannt und in Umdrehung gesetzt,

Digitized by Google

indeß man das Arbeitsstück dagegen legt und andrückt. Die erstere Verfahrungsart wird immer beobachtet, wenn man in der Mitte eines gedrechselten Gegenstandes ein Loch zu bohren hat. Die zweite eignet sich besonders für solche Fälle, wo außer dem Mittelpunkte oder an nicht gedrechselten Arbeiten gebohrt werden muß.

2. Das Schraubenschneiden. — Man bedient sich, um auf der Drehbank Schraubengewinde zu verfertigen, gewöhnlich entweder der sogenannten Schraubstähle (welches Drehstähle mit dreieckigen Zähnen oder Einkerbungen sind) aus freier Hand; oder — zu groben, flachen Gewinden — eines Werkzeuges von der Gestalt des Schlichtstahls (Fig. 265) in einem Supporte, welcher letztere aber hierbei so durch Räderwerk mit der Drehbankspindel verbunden werden muß, daß die Geschwindigkeit des Schneidstahls mit jener des Arbeitsstückes in einem bestimmten, zur Erzeugung des beabsichtigten Gewindes führenden Verhältnisse stellt.

3. Das Rändeln, wobei mittelst gravirter stählerner Rädchen (Rändelräder), die man an den Umkreis der Arbeit unter starkem Drucke anhält, Verzierungen in dieselbe eingepreßt werden.

4. Das Drücken. — Mit diesem Namen bezeichnet man das Verfahren, aus flachen Blechplatten auf der Drehbank mittelst gedrechselter hölzerner Formen und der so genannten Drückstähle hohle Gegenstände (Gefäße oder andere) hervorzubringen. Die Methode ist, genauer betrachtet, wieder eine zweifache. Entweder ist die Form (das Futter) nach der beabsichtigen Gestalt vertieft, und das vor der Vertiefung ausgespannte, am Rande derselben befestigte Blech wird in dieselbe hineingedrückt; oder das Futter ist im Relief gearbeitet, und das Blech wird darüber gezogen. Die Drückstähle haben, wie schon aus dem Gesagten als nothwendig hervorgeht, keine Schneiden, nicht ein Mal scharfe Ecken oder Kanten; sie sind vielmehr abgerundet und fein polirt. Eine zahllose Menge von Gegenständen aus Messing und Tombak, plattirtem Kupfer, Weißblech, Argentan, Silber ꝛc. wird durch Drücken erzeugt; und diese Methode gewinnt, was Schnelligkeit und Genauigkeit der Arbeit betrifft, in hohem Maße den Vorrang vor dem Pressen oder Stampfen in Stanzen, so wie vor dem Treiben mittelst des Hammers. Sie ist jedoch nur für runde (und ovale) Formen anwendbar.

Drell, Drillich (toile fourrée, Diaper und Dornock) werden alle gemusterten Leinengewebe genannt, welche nicht auf Zug- oder Maschinen-Stühlen gewebt werden. Diese letzteren führen den Namen Damast. Der Webestuhl zum Drell hat 4, 8 und mehr Schäfte (zuweilen bis 30), und gewöhnlich eine gleiche Anzahl Tritte. Seiner Anwendung nach unterscheidet man den Drell in Tischdrell (als Tafelzeug), Handtuchdrell, Bettdrell, Beinkleiderdrell. Die Drell-Muster bestehen aus Köperstreifen verschiedener Art, aus so genannten Steinen (Vierecken, die in abweichender Art geköpert sind, und durch ihre Zusammenstellung eine Zeichnung bilden), oder aus kleinen und einfachen, mehr oder weniger eckigen Figuren. Viele Sorten des Drells werden halb oder ganz aus Baumwolle nachgeahmt.

Droguet (Droget, drugget), ein ehemals viel gebräuchlicher, jetzt wenig vorkommender geblümter Wollenstoff aus Kammgarn; desgleichen ein seidener Zeug mit verschiedenen Arten von Mustern.

E.

Edelsteine. (Gems. Pierres précieuses.) Mineralien, die ihrer Farbe, Klarheit, Reinheit, Härte, des starken Glanzes, den sie beim Poliren annehmen, und endlich ihrer Seltenheit wegen in hohem Preise stehen, und als Schmuck einen der ersten Plätze einnehmen. Sie sind es, die der Krone der Fürsten ihren Glanz verleihen müssen, nicht allein ihrer Schönheit wegen, sondern weil sie den höchsten Werth in dem kleinsten Raum einschließen. So kann ein Diamant von der Größe einer Eichel den Werth eines ganzen Ländchens in sich schließen, und als Aequivalent für hundert, durch vielfache Anstrengungen und Entbehrungen mühsam zusammengebrachte Vermögen gelten.

Digitized by Google

Der Begriff eines Edelsteins ist durchaus schwankend, und es gibt eine Menge schöner werthvoller Steine, die von Einigen zu den Edelsteinen, von anderen nicht dazu gerechnet werden.

Die hauptsächlichsten sind der Diamant, Saphir, Rubin, Smaragd, Beryll, Topas, Hyazinth, Granat, Chrysoberyll und Türkis. In weit niedrigerem Preise stehen: der Bergkrystall, Amethyst, Lasurstein, Malachit, Achat und andere.

Es ist in neueren Zeiten gelungen, die meisten Edelsteine durch künstliche Glasflüsse so täuschend nachzubilden, daß es auf den ersten Blick oft sehr schwer, ja fast unmöglich ist, die echten von den nachgeahmten zu unterscheiden. Aber auch durch andere, weniger werthvolle Steine werden nicht selten die kostbareren Edelsteine ersetzt, oder verfälscht, wie z. B. der Rubin durch den ihm sehr ähnlichen, aber weniger theuren Spinell. Da die Edelsteine fast immer geschliffen im Handel vorkommen, oft auch in Gold oder Silber gefaßt sind, so ist die Untersuchung auf ihre Echtheit sehr erschwert. Durch die künstlich erzeugte Gestalt ist die Krystallform, die sonst als Merkmal dienen könnte, zerstört; die vielen angeschliffenen Facetten machen es gewöhnlich unmöglich, die etwa vorhandene doppelte Strahlenbrechung zu erkennen, auch der Blätterdurchgang, und das Verhalten vor dem Löthrohr kann, bei der Unzulässigkeit, den Stein zu zerkleinern, nicht ermittelt werden. Die einzigen, etwa zu Gebote stehenden Erkennungsmittel sind die Härte und das spezifische Gewicht. Das letztere aber auch nur bei ungefaßten Steinen.

Um das spezifische Gewicht zu ermitteln, fängt man damit an, den Stein auf einer sehr feinen Wage abzuwägen, indem man ihn an einem feinen Faden, am besten einem einzelnen, ungezwirnten Seidenfaden, unter der einen Wagschale aufhängt. Man stellt hierauf ein Glas mit reinem, am besten destillirten Wasser unter die Wage, so daß der Stein in das Wasser ganz eintaucht, und bestimmt abermals sein Gewicht, das unter diesen Umständen geringer ausfällt, als vorher. Durch Vergleichung der so erhaltenen Gewichte ergibt sich das spezifische Gewicht, indem man das gefundene Gewicht im Wasser von dem in der Luft subtrahirt und mit dieser Differenz in das Gewicht des Körpers (in der Luft) dividirt. Der Quotient ist das spez. Gewicht. Gesetzt z. B., es würde ein Stein von schön kochenillrother Farbe als ein orientalischer Rubin ausgeboten, so würde der Käufer zu untersuchen haben, ob es nicht etwa ein Sibirischer Turmalin (Apyrit) oder ein Spinell ist. Angenommen nun, das Gewicht des Steines betrüge 100 Gran, im Wasser dagegen 69, so wäre die Differenz 31, das spez. Gew. also $= \frac{100}{31} = 3{,}23$, der in Frage stehende Stein demnach Turmalin; denn das spez. Gew. des echten Rubins ist $= 4{,}1$ daher also ein echter Rubin von 100 Gran im Wasser 75,6 wiegen muß. Das spez. Gew. des Spinells ist 3,6; ein Spinell von 100 Gran müßte daher im Wasser 72,2 Gran wiegen.

Die genaue Härtebestimmung ist insofern bequemer, weil sie selbst bei eingefaßten Steinen ausführbar ist, und namentlich künstliche Glasflüsse sehr leicht erkennen läßt. Da die Glasflüsse aus schwerem, bleihaltigen Glase angefertigt werden, so kann ihr spezifisches Gewicht mit denen der echten Steine oft genau übereinstimmen. Die Härte aber ist im Allgemeinen geringer. So werden die Glasflüsse vom Bergkrystall oder Feuerstein stark geritzt, was bei den allermeisten echten Steinen nicht der Fall ist. Diamant, Saphir, Rubin, Smaragd, Beryll, Topas, Hyazinth, Granat und Chrysoberyll sind sämmtlich härter als Quarz, werden mithin nicht von ihm geritzt.

Ueber das Schleifen und Graviren der Edelsteine sehe man den Artikel „Steinschleiferei."

Eichenrinde, (bark of oak.) Ein höchst wichtiges Material, da sie das Hauptmittel zum Gerben des lohgaren Leders ist (s. Leder). Ueber den Betrag der Ein- und Ausfuhr der Eichenrinde in England läßt sich keine genaue Angabe machen, weil in den Verzeichnissen der ein-

Digitized by Google

und ausgeführten Waaren die Eichenrinde mit Querzitronrinde zusammen genommen wird. Die Einfuhr beider zusammen betrug im Jahre 1835, 826,566 Ztr., wovon nur 2,264 wieder exportirt wurden.

Der Zoll auf Eichenrinde von englischen Besitzungen ist 1d. pr. Ztr., von fremden Ländern dagegen 8d.

Eiderdunen. (Eider-down.) Die ihrer Zartheit und Weiche wegen berühmten Dunen der Eidergans. Diese Vögel bauen ihre Nester am liebsten zwischen den schroffsten Felsen; das Weibchen kleidet sein Nest mit Federn aus, die es sich selbst von der Brust rupft, und legt in der Regel 5 Eier. Die Eingebornen suchen die Nester, oft mit der größten Lebensgefahr auf, um die Dunen herauszunehmen, die dann nur noch gereinigt zu werden brauchen, um fertiger Handelsartikel zu sein.

Eingelegte Arbeit. (Marquetry, marqueterie.) Eine besondere Art feiner Tischlerarbeit, wobei die Oberfläche der Holzarbeiten durch eingelegte Stücke verschiedener, farbiger oder weißer Hölzer, oder auch anderer Materialien, eine oft sehr geschmackvolle Verzierung erhält. Außer Holz (welches oft verschiedentlich durch Kunst gefärbt wird), werden Elfenbein, Horn, Perlmutter, Schildpatt, Messing, Kupfer, Silber, und selbst Gold zu solchen eingelegten Arbeiten genommen. Man fängt damit an, dünne Tafeln aus ihnen herzustellen, und schlägt nun mit schneidigen Eisen die Stücke in der beabsichtigten Form aus, oder schneidet sie mit einer feinen Laubsäge zurecht. Man sucht die Formen so zu wählen, daß nicht nur die ausgeschlagenen Stücke, sondern auch die umgebenden Theile zu Auslegungen dienen können. Schneidet man z. B. in zwei auf einander gelegten Blättern, von welchen das eine aus Mahagoniholz, das andere aus Ahornholz besteht, gleichzeitig mittelst der Laubsäge eine Verzierung aus, so können nachher die von dem Mahagoni herausgefallenen Theile in das Ahornblatt eingelegt werden, und umgekehrt. Man verfertigt auch eingelegte Arbeit nach Art der Mosaik, indem man aus verschiedenfarbigen, parallel liegend zusammengeleimten Holzstäbchen einen Klotz bildet, und diesen alsdann quer in Blätter zerschneidet, welche letzteren alle die gleiche Figur darbieten.

Einschlag, (trame, weft, woof,) heißt bei den gewebten Stoffen der quer laufende, von einer Kante zur anderen hin und her gehende Faden, welcher auf dem Webstuhle mittelst der Schütze zwischen die Kettenfäden gelegt wird. Man gebraucht dafür auch die Ausdrücke, Einschuß, Schuß und Eintrag.

Einschuß, s. Einschlag.

Einsetzen, (case hardening, trempe en paquet.) Man nennt so die Verfahrungsart, durch welche schmiedeiserne Gegenstände oberflächlich in Stahl verwandelt werden, so daß sie äußerlich hart, und zur Annahme einer schönen Politur geeignet sind. Manche Werkzeuge ꝛc., so wie die Stahl-Schmucksachen werden auf diese Weise zubereitet. Man legt sie mit einem pulverigen Gemenge von verkohlten Knochen, verkohltem Leder und Raspelspänen von Horn oder Ochsenklauen umgeben, in eine eiserne Büchse, verschließt dieselbe mit einem Deckel, glüht sie eine Stunde oder länger im Essenfeuer, und leert dann den Inhalt schnell in Wasser aus, wodurch die Gegenstände ihre Härte erlangen. Eine sehr dünne, harte Schichte erhält man auch auf die Weise, daß man die eisernen, blank abgefeilten Stücke glühend macht, mit gepulvertem blausauren Eisenkali (Blutlaugensalz) bestreuet, und sogleich in kaltem Wasser ablöscht.

Eintrag. s. Einschlag.

Einweichen. (Maceration.) Eine besonders bei der Behandlung vegetabilischer und animalischer Substanzen mitunter erforderliche Vorbereitung, indem man sie in Wasser oder andere Flüssigkeiten einlegt, theils in der Absicht, sie damit zu tränken, und ihre Poren zum An-

Digitized by Google

schwellen zu bringen, und für die fernere Behandlung zugänglicher zu machen, theils auch, um lösliche Stoffe auszuziehen. Wasser, verdünnte Säuren, schwache alkalische Laugen, Salzauflösungen, Alkohol und Aether werden am meisten hierzu verwandt.

Eisen. (Iron, Fer.) Die Wichtigkeit dieses, für das menschliche Geschlecht wahrhaft unschätzbaren Metalles ist zu bekannt, als daß sie eines Beweises bedürfte. Es scheint recht absichtlich darauf berechnet zu sein, den mannigfaltigsten Anwendungen zu entsprechen, da es so vielfache, verschiedenartige Bearbeitungen zuläßt, und je nach der besonderen Bearbeitung auch sehr verschiedene Eigenschaften erlangt, wodurch es sich bald zu diesem, bald zu jenem Zwecke besser eignet. Es läßt sich schmelzen und gießt sich besser, wie irgend ein anderes Metall; es besitzt in reinem Zustande bedeutende Dehnbarkeit, so daß es zum feinsten Draht ausgezogen, zu dem dünnsten Blech ausgewalzt, auf alle mögliche Art gebogen, gehärtet, weich gemacht, sowohl in der Kälte, wie in der Glühhitze geschmiedet und beim Glühen geschweißt werden kann.

Dabei steht es in der Festigkeit unter allen Metallen oben an. Künste und Wissenschaften, Landbau und Kriegswesen sehen sich auf den Gebrauch des Eisens mehr oder weniger angewiesen; ein und dasselbe Erz bietet uns das Schwert und die Pflugschaar, die Sense und das Gartenmesser, die Nähnadel, den Grabstichel, die Uhr- so wie die Wagenfeder, den Meißel, die Kette, den Anker, den Kompaß, die Kanone, so wie Mörser und Bomben dar.

Ja selbst in der Medizin dient es als kräftigendes Heilmittel, und ist unter den schweren Metallen vielleicht das einzige, das keine giftigen Wirkungen auf den Organismus hervorbringt.

Die Farbe des reinen Eisens ist hellgrau, ein wenig ins Bläuliche spielend. Der Bruch körnig oder faserig. Spez. Gew. = 7,78. Es wird im metallischen Zustande so wie in einigen seiner Verbindungen vom Magnet gezogen, ohne eines selbstständig fortdauernden Magnetismus fähig zu sein, während es als Stahl die kräftigsten Magnete liefert.

Bei starkem Reiben entwickelt es einen schwachen Geruch; auf die Zunge gebracht, einen eigenthümlichen, schwach zusammenziehenden Geschmack. In reinem Zustande, bei trockener Luft aufbewahrt, hält es sich in unverändertem Zustande, an feuchter, zumal unreiner Luft dagegen oxydirt es sich in kurzer Zeit und überzieht sich mit einer Kruste von Oxyd, oder rostet.

Kein Metall ist in solchem Ueberfluß und so allgemein verbreitet, wie das Eisen. Unter allen Himmelsstrichen, in allen, den ältesten, wie den jüngsten Gebirgsformationen kommt es, theils in großen zusammenhängenden Lagern, theils in kleineren Parthien eingesprengt vor, ja nur in höchst seltenen Fällen wird der Chemiker einen Mineralkörper analysiren, der nicht wenigstens Spuren von Eisenoxyd enthielte.

Die Zahl verschiedener Eisenerze ist daher auch sehr bedeutend, wenn auch die meisten nicht eigentlich zur Eisengewinnung verwandt werden können.

Es gehören dahin: 1) Gediegenes Eisen in drei Abänderungen, a. reines, b. nickelhaltiges, c. natürlicher Stahl. 2) Schwefelkies; 3) Wasserkies; 4) Magnetkies; 5) Arsenikkies; 6) Magneteisenstein; 7) Eisenglanz; 8) Rotheisenstein; 9) Brauneisenstein; 10) Eisenpecherz; 11) Jlvait; 12) Spatheisenstein; 13) Phosphorsaures Eisen; 14) Eisenvitriol; 15) Chromeisenstein; 16) arsenikfaures Eisen; 17) Chloreisen; 18) Eisenresin; 19) titansaures Eisen.

Unter diesen Verbindungen, denen noch mehrere hinzugefügt werden könnten, bilden nur zehn den Gegenstand bergmännischer Gewinnung, theils zur Darstellung von metallischem Eisen, theils, um sie in rohem Zustande zu verschiedenen Zwecken zu benutzen, theils endlich, um andere, technisch nutzbare Stoffe aus ihnen abzuscheiden, wie dies z. B. bei dem Arsenikkies, dem Eisenvitriol und dem Chromeisenstein der Fall ist.

Digitized by Google

1) Gediegen Eisen. a. reines. Kommt nur selten, als mineralogische Merkwürdigkeit vor, so daß sogar lange die Existenz desselben ganz in Zweifel gezogen wurde, die aber gegenwärtig unzweifelhaft erwiesen ist. Freilich weicht es von unserem gewöhnlichen Schmiedeeisen in mehrfacher Beziehung ab; es ist heller von Farbe, weicher, weniger leicht oxydirbar, und etwas weniger schwer. Zu den, am unzweifelhaftesten erwiesenen Vorkommnissen von reinem gediegenen Eisen gehört wohl das von Schreber in dem Berg Oulle bei Grenoble beobachtete. Das Eisen fand sich hier auf einem Gang in Gneis in Form zarter Verästelungen innerhalb eines quarz- und thonhaltigen Brauneisensteins.

b. Nickelhaltiges oder Meteoreisen. Sehr leicht hämmerbar, zuweilen mit vielen größeren und kleineren Höhlungen durchsetzt, zuweilen aber auch kompakt, und mit parallelen Absonderungen, die hie und da in rhombische oder octaedrische Gestaltungen verlaufen. Es ist zuweilen attraktorisch, und läßt sich durch seinen Nickelgehalt sehr gut vom terrestrischen Eisen unterscheiden. Macquart bemerkt in seiner Beschreibung der berühmten am Berge Kemir in Sibirien aufgefundenen Meteormasse, daß das Eisen derselben vollkommen duktil ist, und sich bei mäßiger Glühhitze sehr gut schmieden läßt, daß es aber bei starker Hitze mürbe und brüchig wird, und unter dem Hammer ganz zerbröckelt. Das Meteoreisen pflegt mit einer firnißartigen Oxydkruste überzogen zu sein, wodurch es vor dem ferneren Rosten an der Luft geschützt ist. Frische Bruchflächen unterliegen jedoch dem Rosten eben so wohl wie bei gewöhnlichem Eisen. Eine sehr vollständige Zusammenstellung der bisher beobachteten meteorischen Eisenmassen, die theils notorisch aus der Luft herabgefallen sind, theils doch durch ihre Zusammensetzung und ihr Gesammtansehen ihren meteorischen Ursprung beurkunden, verdankt man den rastlosen Nachforschungen Chladni's. Von der zu Santa-Rosa bei Santa-Fe-de-Bogota gefundenen meteorischen Eisenmasse wurde ein Stück zu einem Schwert ausgeschmiedet und Bolivar als Geschenk überreicht.

c. Natürlicher Stahl. Kommt in seinen Gesammteigenschaften dem Gußstahl sehr nahe. Er ist in Form kleiner knopfförmiger Massen von zartgestreifter Oberfläche und ungemein feinkörnigem Bruche; wird von der Feile fast gar nicht angegriffen, und läßt sich eben so wenig unter dem Hammer strecken. Mossier fand diesen Stahl in der Nähe des Dorfes Bouiche bei Nery, im Departement d'Allier an einem Orte, wo früher ein Erdbrand Statt gefunden hatte. Außer einer Menge kleiner Klümpchen fand sich hier eine 16 Pfund 12 Loth schwere Masse von solchem natürlichen Stahle vor.

2) Schwefelkies. (Zweifach Schwefeleisen.) Von hell messinggelber Farbe und vollkommnem Metallglanz. Riecht vor dem Löthrohr nach Schwefel, läßt nach längerem Blasen allen Schwefel entweichen und hinterläßt ein dem Magnete folgsames Körnchen. Es enthält in runder Zahl 118 Schwefel auf 100 Eisen. Der Schwefelkies tritt sehr häufig zugleich mit anderen Erzen auf, ja, es gibt kaum einen erzführenden Gang oder ein Erzlager, das nicht auch Schwefelkies in mehr oder weniger beträchtlicher Menge aufzuweisen hätte. Häufig bildet er in Gesellschaft von Quarz die alleinige Gangmasse. Mitunter ist er gold- oder silberhaltig. Von dem Kupferkies, einer Verbindung von Schwefeleisen mit Schwefelkupfer, mit welchem er der Farbe nach am leichtesten verwechselt werden kann, ist er bei genauerer Betrachtung durch das hellere, mehr ins Graulichweiße spielende Gelb der frischen Bruchflächen zu unterscheiden, die bei dem Kupferkies ein lebhafteres Messinggelb zeigen. Auch in der Härte differiren sie. Der Schwefelkies gibt am Stahle Funken, Kupferkies nicht.

3) Wasserkies. Kommt in der Zusammensetzung mit dem Vorhergehenden überein, von dem er nur durch die weiße oder hellgraue Farbe

Digitized by Google

und in der Krystallisation abweicht. Er besitzt sehr gewöhnlich ein strahliges Gefüge, daher der Name Strahlkies.

4) Magnetkies. Größtentheils aus Einfach Schwefeleisen bestehend. Von röthlich gelber, ins Bräunliche spielender Farbe. Wird vom Magnete gezogen.

5) Arsenikkies. (Mispickel.) Zinnweiß, metallglänzend, entwickelt vor dem Löthrohr (ja selbst beim Anschlagen mit dem Feuerstahl) Arsenikgeruch und weißen Rauch in geringer Menge. Er besteht in einer Verbindung von Schwefeleisen mit Arsenikeisen, und enthält mitunter ein wenig Silber.

6) Magneteisenstein. Eine chemische Verbindung von Eisenoxyd und Oxydul in dem Verhältniß von 69 des Ersteren gegen 31 des Letzteren, enthält also in 100 Theilen 71,8 Eisen.

Von dunkeleisenschwarzer Farbe und unvollkommnem Metallglanz; gibt ein schwarzes Pulver. Spez. Gew. = 4,24 bis 5,4. Er ist stets retraktorisch, aber auch häufig attraktorisch magnetisch, und besitzt in diesem Fall, wie jeder Magnet, zwei Pole, deren einer den Süd-, der andere den Nordpol der Magnetnadel anzeigt.

Der Magneteisenstein gehört, seinem geognostischen Vorkommen nach, dem Grundgebirge an, und bildet besonders in Schweden (Dalakarlien), Norwegen, Sibirien, China, Siam und auf den Philippinen zum Theil sehr ausgedehnte Lager. In England und Frankreich ist er ziemlich selten. In Schweden wird aus ihm das, seiner Vortrefflichkeit wegen berühmte Schwedische Eisen dargestellt.

7) Eisenglanz. Rothes Eisenoxyd, besteht also im reinen Zustande in 100 Theilen aus 69,34 Eisen und 30,66 Sauerstoff.

Er zeigt äußerlich vollkommnen Metallglanz und stahlgraue Farbe, so daß er polirtem Stahl nicht unähnlich sieht. Dünne Blättchen gegen das Licht gehalten, scheinen mit schön rother Farbe durch. Er gibt beim Zerreiben ein braunrothes, ins Kirschrothe übergehendes Pulver, und ist schon hiedurch, so wie dadurch, daß er die Magnetnadel nicht irritirt, leicht vom Magneteisenstein zu unterscheiden. Er ist von glasigem Bruch, und sehr spröde, dabei aber so hart, daß er in Glas ritzt.

In ganz kompaktem, dabei krystallisirtem Zustande kommt der Eisenglanz wohl nirgends ausgezeichneter vor, als auf der Insel Elba und bei Framont im Departement des Vosges. Er bildet hier ganze Berge und die Höhlungen und Spalten sind häufig mit den herrlichen Krystallisationen ausgekleidet, die die Zierde so mancher Mineraliensammlung ausmachen.

Elba besonders ist eben so sehr seiner unerschöpflichen Vorräthe an reichem Eisenglanz wegen, als durch das Alter dieser Gruben berühmt.

In der Fig. 276 ist ein vertikaler Durchschnitt durch die drei wich-

276

tigsten, jetzt in Betrieb stehenden Baue, den Pietamonte D, den Sanguinaccio E, und den Antenna F, ferner durch den alten Bau a, die Meeresküste o und den Damm p, der bis zum Kanal Piombino fortläuft. Die ganze Höhe des Berges beträgt nur 180 Mètres, etwa 600 Fuß, über dem Meeresspiegel. Das Gestein dieses kleinen Berges d, l ist ein hellgelblicher, größtentheils aus Kieselerde, Thonerde und Bittererde bestehender Talkschiefer, von den dortigen Arbeitern Bianchetta genannt.

Digitized by Google

Das Erz von Antenna F., ist sehr harter kompakter Eisenglanz, von glänzend metallischem Ansehen. Das baumürdige Lager hat hier eine Höhe von 66 Fuß, und besteht aus unregelmäßigen Massen von Eisenglanz mit taubem Gestein untermengt, und von einer Schichte Grus und zu oberst einer Lage brauner Ackererde überdeckt. Des metallischen Ansehens wegen führt dieses Lager den Namen vena ferrata. Der Pietamonte (D) bauet auf spiegelglänzendem blättrigen Eisenglanz dessen Klüfte mit gelbem Ocher gefüllt sind. Dieses Lager ruht auf dem vorhin erwähnten Talkschieferlager, und ist nach dem starken Glanze des Erzes Vena lucciola genannt.

Der Hügel d, l erstreckt sich etwa eine engl. Meile in der Richtung von Südwest nach Nordost.

Die Zahlen 1, 1; 2, 2; 3, 3; 4, 4; 5, 6, 7 bezeichnen die nach den verschiednen Bauen hinführenden Wege. b, b, b alte Halden; c c Halden der jetzigen Baue D, E, F. d einen Theil der Bianchetta, e ein Erzlager in der Nähe des Berges g. f, f, Lager von Schwefelkies und Eisenglanz. g ein kleines, durch Infiltration von Regenwasser entstehendes Bächlein, dessen Wasser schwefelsaures Eisen enthält.

o Wohnungen der Bergarbeiter an der Küste Marine de Rio, wo auch die Vorräthe an Erz aufgefahren werden.

p Ein Holzdamm, von welchem aus die Verschiffung des Erzes Statt findet.

Das Elbaer Eisenerz hält durchschnittlich 65 Prozent Eisen, und wurde früher auf Elba selbst verschmolzen, wie man aus den noch vorhandenen großen Schlackenhalden erkennt; gegenwärtig aber geht fast alles Erz nach Toskana, der Romagna, Genua, Neapel, Corsica u. a. benachbarten Punkten, um dort in katalonischen Feuern verschmolzen zu werden.

Außer auf Elba kommt der Eisenglanz noch bei Framont, dann auf Corsica, bei Altenberg und Freiberg in Sachsen, Presnitz in Böhmen, Norberg und Bisberg in Schweden u. a. O. vor.

8. Rotheisenstein. Kommt hinsichtlich seiner chemischen Konstitution mit dem Eisenglanz überein, und unterscheidet sich von diesem nur durch eine weniger dichte, mehr erdige Beschaffenheit, und daher durch den fehlenden Metallglanz, so wie durch die schon äußerlich rothe Farbe. Er wirkt eben so wenig, wie der Eisenglanz auf die Magnetnadel. Vor dem Löthrohr auf der Kohle behandelt nimmt er eine dunklere, oft schwarze Farbe an, und wird nun vom Magnet gezogen. Der Rotheisenstein kommt in verschiedenen Abänderungen von mehr oder weniger loserer Beschaffenheit vor. Die kompakteste, also dem Eisenglanz zunächst stehende ist der Blutstein, Haematites, der gewöhnlich im Innern fasrige Struktur besitzt und in knolligen, nierenförmigen Massen vorkommt, einen bedeutenden Härtegrad und mitunter selbst geringen Metallglanz verbunden mit röthlichstahlgrauer Farbe zeigt. Dieser fasrige Rotheisenstein mit nierenförmiger Oberfläche wird vorzugsweise Blutstein oder rother Glaskopf genannt, und außer zur Eisengewinnung auch als Polirstein gebraucht. Der ganz lockere erdige, oder ochrige Rotheisenstein ist von hochrother Farbe und kann als eine ordinäre Malerfarbe dienen. Außer dem reinen Rotheisenstein, kommt auch ein mechanisches, wiewohl oft sehr inniges Gemeng von Eisenoxyd und Thon, der sogenannte rothe Thoneisenstein vor, der theils fest und von dunkelbraunrother Farbe, theils zerreiblich, ochrig, erscheint, und in diesem letzten Zustande den zu rothen Zeichenstiften allgemein gebräuchlichen Röthel darstellt. Die verschiednen Abänderungen des Rotheisensteins sind sehrallgemein verbreitet.

9. Brauneisenstein. Natürliches Eisenoxydhydrat, von dem Vorhergehenden also durch eine gewisse Menge chemisch gebundenes Wasser, äußerlich durch die Farbe des Pulvers unterschieden, die, ohne alles Roth, vom Ochergelb bis ins Bisterbraun verläuft. Er zeigt nie Metallglanz, dagegen in den kompakteren Abänderungen Glasglanz. Der fasrige Brauneisenstein bildet ganz dieselben ausgezeichnet nierenförmigen Ge-

Digitized by Google

staltungen wie der Blutstein, ist aber äußerlich schwarz, wird daher brauner oder schwarzer Glaskopf genannt. Beim Glühen, also auch vor dem Löthrohr, geht unter Verflüchtigung des Wassers die braune Farbe in die rothe des Rotheisensteins über.

Auch der Brauneisenstein ist sehr häufig mit Thon gemengt, und bildet so mehrere, unter besonderen Namen bekannte Varietäten, so den gemeinen braunen Thoneisenstein, das Bohnerz, Linsenerz, u. a.

Nach D'Aubuisson beträgt die Menge des im Brauneisenstein enthaltenen Wassers 11 bis 14 Proz., neben diesem enthält er etwa 2 Proz. Manganoxyd und 1 bis 2 Proz. Kieselerde. Von eigenthümlichem Bau sind die sogenannten Adlersteine, die in unregelmäßig rundlichen Knollen vorkommen, und im Innern aus einer Anzahl konzentrischer Schalen bestehen, deren äußere sehr hart, die mehr nach innen liegenden dagegen weicher sind, und sich in der Mitte in eine erdige, hellgelbe Masse verlaufen. Mitunter sind sie auch hohl, oder enthalten wohl ein wenig Wasser. Noch jetzt werden diese Steine in Frankreich bei den Schäfern allgemein als Amulette oder Talismane verehrt, und in Ringe gefaßt, die sie ihren besten Schafböcken um den Hals hängen. Dieser Gebrauch ist hier so allgemein, daß jährlich eine große Quantität Adlersteine aus den benachbarten Gränzländern Deutschlands allein zu diesem abergläubischen Zweck in Frankreich eingeführt werden. Sie liefern beim Verschmelzen ein sehr gutes Eisen.

Sehr nahe mit dem vorhergehenden verwandt ist das Bohnerz, das fast runde Körner von der Größe kleiner Hirsekörner bis zu der einer Wallnuß und darüber bildet und eben so, wie die Adlersteine aus konzentrischen, äußerlich härteren, innerlich weicheren Schichten besteht. Meistens sind diese Körner durch ein kalkiges oder thoniges Bindemittel zu einem ziemlich fest zusammenhangenden Konglomerat verkittet, mit unter aber auch ganz freiliegend. Das Bohnerz findet sich hauptsächlich lagerweise mit Kalkstein, der meistens reich an Petrefakten ist. Die etwas kaltbrüchige Beschaffenheit des, aus dem Bohnerz erfolgenden Stabeisens hat man wohl einem geringen Phosphorgehalt zugeschrieben, der von der Masse organischer Ueberreste herrühren soll, die theils in dem benachbarten Kalkstein, theils auch in dem Bohnerze selbst angetroffen werden.

Zu dem Brauneisenstein gehört endlich auch der, besonders in moorigen Gegenden in geringer Tiefe unter der Erdoberfläche vorkommende Raseneisenstein; der meistentheils ein rauhes, löchriges Ansehen zeigt, und häufig Quarz- und sonstige Geschiebe in Menge einschließt. Er enthält fast ohne Ausnahme eine gewisse, meistens sehr geringe Menge phosphorsaures Eisenoxyd, in Folge dessen er ein phosphorhaltiges Eisen liefert, das zwar als Gußeisen sehr brauchbar, als Stabeisen jedoch, der Kaltbrüchigkeit wegen, von geringem Werthe ist.

10. Eisenpecherz. Ein selten vorkommendes, bisher nur an einigen Punkten im sächsischen Erzgebirge beobachtetes Eisenerz, aus Eisenoxyd, Arseniksäure und Wasser bestehend, und von harzartigem Ansehen, daher der Name.

11. Ilvait. Ebenfalls selten. Besteht aus Eisenoxydul, Kieselerde und Kalk.

12. Spatheisenstein und Sphärosiderit. Kohlensaures Eisenoxydul. Dieses so hochwichtige Eisenerz kommt in zwei Varietäten vor, auf die sich eben jene Benennungen beziehen. a) der Spatheisenstein besitzt ein ausgezeichnet spathiges oder blättriges Gefüge, dabei eine gelblich graue oder isabellgelbe, mitunter auch, durch theilweise Zersetzung, eine dunklere ins schwarze verlaufende Farbe. Vor dem Löthrohr wird er durch Entweichen von Kohlensäure schwarz, und in diesem Zustande vom Magnet gezogen, während er im unzersetzten Zustande die Nadel nicht im Geringsten irritirt. Er löst sich in Säuren, am leichtesten in Salzsäure, weit langsamer in Salpetersäure, unter Aufbrausen. Spez. Gew. 3 bis 3,67. Das kohlensaure Eisenoxydul ist mit dem kohlensauren Kalk, der kohlensauren Bittererde und dem kohlensauren Manganoxydul

Digitized by Google

isomorph, und kommt häufig mit diesen Salzen zusammenkrystallisirt vor, ja bildet selbst unmerkliche Uebergänge in dieselben; daher denn auch der gewöhnliche Spatheisenstein fast immer etwas kalkhaltig ist.

Der Spatheisenstein gehört hauptsächlich dem Grundschiefergebirge an, indem er mächtige Gänge im Gneis bildet, in denen er von Quarz, Kupferkies, Kupferfahlerz, fasrigem Brauneisenstein, Faserkalk (der sogenannten Eisenblüthe) begleitet auftritt. So bei Allevard und Vizille bei Grenoble, bei Saint-George d'Huretiere, in den Savoyer Alpen; bei Baigorry in den Pyrenäen, zu Eisenerz in Steiermark und Hüttenberg in Kärnthen, bei Schwatz in Tyrol, in Sachsen, Ungarn, und noch vielen Punkten von Deutschland, dann in Spanien, Schweden, Norwegen und Sibirien. Mit Bleiglanz und anderen Bleierzen findet er sich in den Gruben von Lead-Hills und Wanlockhead in Schottland, dann in den Gruben von Cumberland, Northumberland und Derbyshire, endlich auch mit Zinnerz bei Wheal Maudlin, St. Just und an anderen Punkten in Cornwall.

In metallurgischer Beziehung ist der Spatheisenstein ohne Zweifel einer der interessantesten und wichtigsten aller bekannten Mineralkörper. Er eignet sich ganz besonders zur Luppenfrischarbeit in katalonischen Feuern, und liefert ohne Schwierigkeit einen trefflichen Rohstahl. Daher der Name Stahlstein. Hauptsächlich der Güte des aus demselben erfolgenden Eisens und Stahls haben Steiermark, Kärnthen und Tyrol seit lange den wohlverdienten Ruf ihrer Eisenwaren zu danken.

b) der Sphärosiderit hat äußerlich wenig Aehnlichkeit mit dem Spatheisenstein, so geht ihm namentlich das blättrige Gefüge ab. Er ist dicht und von muschligem Bruch, zuweilen fasrig, und kommt stets in rundlichen, knolligen, nierenförmigen Massen vor, worauf sich das Wort Sphärosiderit bezieht. In der Farbe steht er dem Spatheisenstein ziemlich nahe, mit dem er auch sonst in seinem chemischen Verhalten ganz übereinstimmt.

Das Auftreten des Sphärosiderits in reinem Zustande ist inzwischen nur beschränkt; dagegen bildet er in mechanischer, obwohl inniger, Vermengung mit Thon ein, in Menge vorkommendes Mineral, den thonigen Sphärosiderit, der jedoch häufig nur noch wenig kohlensaures Eisenoxydul, sondern Statt desselben Eisenoxydhydrat enthält, mithin richtiger zum braunen Thoneisenstein gezählt werden muß. Dieser thonige Sphärosiderit erscheint sehr gewöhnlich in abgeplattet sphäroidischen Massen von sehr verschiedener Größe, von gelblich brauner, röthlichgrauer oder schmutzig ziegelrother Farbe. Er ist es, der bei Weitem das Hauptmaterial für die ungeheuere Eisengewinnung Englands liefert. Er zeigt einen feinkörnigen, oft erdigen Bruch, ist ziemlich weich, so daß er leicht geritzt wird, hängt an der Zunge und gibt beim Anhauchen starken Thongeruch. Die Zersetzung des kohlensauren Eisens ist gewöhnlich so weit vorgeschritten, daß er mit Säuren nicht bemerklich brauset. Es kommt jedoch auch reiner und unzersetzter Spatheisenstein auf den Gruben Englands vor, der ebenfalls zur Eisengewinnung dient. Gute Analysen von Spatheisenstein aus dem Glasgower Kohlenfeld, der das beste Eisen in der dortigen Gegend liefert, hat der Dr. Colquhoun gemacht. Die reichste der neun verschiedenen analysirten Proben war aus der Nähe von Airdrie. Das spez. Gew. derselben betrug 3,0533, und sie enthielt in 100 Theilen 53,03 Eisenoxydul; 35,17 Kohlensäure; 3,33 Kalk; 1,77 Bittererde; 1,4 Kieselerde; 0,63 Thonerde; 0,23 Eisenoxyd; 3,03 kohlige oder bituminöse Theile; 1,41 Wasser (inclus. Verlust). Sie enthielt mithin 41,25 metallisches Eisen.

Der gewöhnliche thonige Sphärosiderit liefert 30 bis 40 Prozent vortreffliches Eisen, und kommt in England theils in untergeordneten Massen in dem Thonschiefer vor, der das Hangende oder Liegende der Kohlenflötze bildet, theils in Lagern von 2 bis 18 Zoll Mächtigkeit zwischen den Kohlen, wie dieß unter Anderen in Staffordshire, Shropshire und

Digitized by Google

Wales der Fall ist. Merkwürdiger Weise führt das große Steinkohlenflötz von Neweastle sehr wenig Eisenstein, während das von Dudley damit äußerst reich begabt ist.

13. Phosphorsaures Eisen. Zeichnet sich im Allgemeinen durch eine matt blaue Farbe aus, und bildet theils kleine zusammenhängende Blättchen, theils, und zwar sehr gewöhnlich, ein äußerst feines Pulver (blaue Eisenerde), das nicht selten in andere Mineralkörper fein eingesprengt ist, und so dem Ganzen eine blaue Farbe ertheilt. Vor dem Löthrohr wird es zuerst braun, und schmilzt dann zu einem Kügelchen zusammen. Es ist in verdünnter Salpetersäure auflöslich, ohne sie jedoch blau zu färben. Mit Oel angerieben, wird es nach längerer Zeit schwarz; Eigenschaften, durch die es sehr leicht von kohlensaurem Kupfer, mit dem es auf den ersten Blick verwechselt werden könnte, zu unterscheiden ist. Dieses letztere gibt außerdem, in Salpetersäure gelöst und mit Ammoniak übersättigt, eine prachtvoll blaue, klare Flüssigkeit, was bei dem phosphorsauren Eisen nicht der Fall ist. Es wird übrigens zur Eisengewinnung nicht gebraucht.

14. Natürlicher Eisenvitriol. Entsteht durch Oxydation von Schwefeleisen, ist aber in metallurgischer Hinsicht ganz unwichtig.

15. Chromeisenstein. Nur als Material zur Darstellung der verschiedenen Chrompräparate von Bedeutung.

16. Arsenikfaures Eisen oder Würfelerz.

17. Natürliches Chloreisen.

18. Oxalsaures Eisen oder Humboldtit, von Breithaupt in der Braunkohle von Kolosenk bei Bilin in Böhmen entdeckt. Enthält in 100 Theilen 53,86 Eisenoxydul und 46,14 Oxalsäure.

19. Titaneisen, aus etwa 86 Eisenoxydul und Oxyd und 14 Titansäure bestehend.

Auch diese letzten 4 Eisenverbindungen bieten nur theoretisches Interesse dar.

Ueber das Probiren der Eisensteine auf trocknem Wege. Wenn es sich nur darum handelt, die Ausbeute an Roheisen zu bestimmen, die ein Eisenerz zu liefern im Stande ist, um das Resultat eines solchen Versuches mit der Ausbeute im Großen zu vergleichen, so ist die folgende Probe auf trocknem Wege genügend. Es handelt sich hiebei darum, das Eisen zu reduziren und in einen gut geflossenen König zusammen zu schmelzen, die beigemengten erdigen Theile aber in eine flüssige Schlacke zu verwandeln, die sich in diesem Zustande von dem metallischen Eisen trennt, und sich auf der Oberfläche des geschmolzenen Metalles ansammelt. Da die Gangart nicht selten aus einer einfachen Erde, als Quarz, Kalk, oder auch aus Thon besteht, die im Ofenfeuer unschmelzbar sind, so ist es nöthig, ein Flußmittel in Anwendung zu bringen, um die Bildung einer leichtflüssigen Schlacke zu vermitteln. Hiezu nimmt man am besten Borax oder auch gewöhnliches Glas. In einzelnen Fällen wendet man auch, je nach der Natur der Gangart, besondere Flußmittel an, die sich mit ihr leicht zu einer glasartigen Verbindung vereinigen. So setzt man dem Thoneisenstein Kalk; einem kalkhaltigen Eisenstein umgekehrt Thon; einem stark kieselhaltigen Eisenstein endlich Thon und Kalk zu.

Das Erz wird pulverisirt, durch ein seidenes Sieb gegeben, mit dem Flußmittel innigst gemengt und in einen Kohlentiegel, d. h. einen, mit festgestampftem feuchten Kohlenpulver ausgefütterten Schmelztiegel gebracht, und nun geglühet. Wollte man nämlich das Erz mit Kohlenpulver mengen, so würden die Kohlentheilchen das Zusammenfließen des Eisens zu einem einzigen Könige theilweise verhindern, und man erhielte das reduzirte Eisen zum Theil in Gestalt einzelner Kügelchen, die nicht vollständig zu sammeln wären.

Hat man den Kohlentiegel mit dem Erz und Flußpulver beschickt, so bedeckt man dieses mit einer Lage Kohlenpulver, lutirt einen Deckel mit feuerfestem Thon auf die Mündung und bringt das Ganze entweder in

Digitized by Google

einen Windofen oder auch vor das Gebläse einer Schmiedeesse. Während der ersten drei Viertelstunden gibt man nur mäßige Glühhitze, damit zuvörderst das Wasser der feuchten Kohle verdampft und das Eisenoxyd reduzirt wird, ohne jedoch in Fluß zu kommen. Bei rasch eintretender Weißgluth würde das Eisenoxyd in Ermangelung der zu seiner Reduktion erforderlichen Zeit, mit der Schlacke zusammen schmelzen, und dadurch der Reduktion entgehen. Nach Verlauf dieser Zeit nun steigert man die Temperatur zur vollen Weißglühhitze und erhält sie etwa eine Viertelstunde so, worauf man den Tiegel abkühlen läßt. Endlich nimmt man den Inhalt heraus, reinigt den Eisenkönig vollständig von anhängender Schlacke und bestimmt sein Gewicht. Sollte man Ursache haben zu vermuthen, daß die Schlacke noch Eisenkörnchen eingemengt enthielte, so zerstößt man sie und trennt das Eisen entweder durch Verwaschen mit Wasser, oder durch Ausziehen mit einem Magnet.

Man erhält bei dieser Probe das Eisen jederzeit im Zustande von grauem Roheisen, daher sie über die Qualität des aus dem Erze zu gewinnenden Stabeisens wenig oder nichts entscheiden kann. Um über diese eine genügende Auskunft zu erlangen, müssen durchaus Versuche im Großen angestellt werden. Die zum Gelingen der so eben beschriebenen Probe nöthige Temperatur ist mindestens 150° Wedgwood.

Die Probe auf nassem Wege ist zwar unendlich viel zeitraubender und schwieriger wie die auf trocknem Wege, doch liefert sie, mit Geschicklichkeit ausgeführt, auch eine vollständigere Auskunft über die Bestandtheile des Erzes. Man hat bei einer solchen Analyse besonders auf Mangan, Kieselerde, Thonerde, Kalk, Bittererde und Kohlensäure zu prüfen, weil diese gewöhnlich dem Eisen, sei es chemisch, sei es mechanisch, beigemischt zu sein pflegen. Man wägt zu dem Ende etwa 100 Gran des feinpulverisirten Erzes ab und digerirt es mit Salpetersalzsäure, bis sich nichts mehr auflöst. Der Rückstand besteht aus Kieselerde und vielleicht ein wenig Thon. Bewirkt die Säure bei ihrem ersten Zusammenkommen mit dem Erzpulver ein Aufbrausen, so darf man annehmen, daß es von Kohlensäure herrührt, deren Gewicht sich annäherungsweise aus dem hiebei Statt findenden Gewichtsverlust ergibt. Die von der rückständigen Kieselerde abfiltrirte Lösung wird nun zur Trockne verdampft, die trockene Masse mit Salzsäure übergossen, und nach einigem Stehen in Wasser aufgelöst, wobei die etwa aufgelöst gewesene Kieselerde vollständig zurück bleibt. Die hievon abfiltrirte stark saure Lösung wird mit Ammoniak gefällt, und sogleich filtrirt, wodurch Eisenoxyd und Thonerde erhalten werden, die man nun nach hinlänglichem Auswaschen mit ätzendem Kali behandelt, welches die Thonerde auflöst, das Eisenoxyd aber zurück läßt, das sodann auf einem Filtrum gesammelt, ausgewaschen, getrocknet, geglüht und gewogen wird. Um die Thonerde aus der alkalischen Lösung abzuscheiden, versetzt man diese bis zur schwach saueren Reaktion mit Salzsäure und fällt nun die Thonerde mit Ammoniak, wäscht, trocknet und glüht sie. Nach der Fällung des Eisens und der Thonerde versetzt man die von dem gemischten Niederschlage getrennte Flüssigkeit mit Schwefelwasserstoffammoniak, welches das Mangan niederschlägt. Dieser Niederschlag kann dann für sich in Salzsäure gelöst, und das Mangan durch Kali gefällt, abfiltrirt, geglüht und gewogen werden.

Die von der Fällung durch Schwefelwasserstoffammoniak rückständige Flüssigkeit kann noch Kalk und Bittererde enthalten. Man setzt ihr zuerst oxalsaures Ammoniak zu, wodurch der Kalk als oxalsaurer Kalk gefällt wird, den man durch schwaches Glühen in kohlensauren Kalk verwandelt, und so bestimmt. Endlich fällt man die Bittererde durch Kochen der vorher konzentrirten Flüssigkeit mit kohlensaurem Natron.

Die richtige Ausführung solcher Analysen ist inzwischen mehr Sache des geübten Chemikers, als des Hüttenmannes, zumal, wenn dabei auch auf andere Nebenbestandtheile, als Phosphor, Schwefel, Arsenik

Digitized by Google

u. dgl., die selbst in sehr geringer Menge schon von Einfluß auf die Qualität des Eisens sein können, Rücksicht genommen werden soll.

Das Verschmelzen der Eisenerze. a, das in England übliche, b, das Verfahren anderer Länder.

Das Eisen kommt in drei verschiednen Zuständen vor, als Gußeisen, Stahl und Stab- oder Schmiedeeisen, welche sämmtlich in Verbindungen von Eisen mit Kohlenstoff bestehen, und in chemischer Hinsicht sich nur durch die Menge des letzteren unterscheiden.

Das Gußeisen enthält mehr davon als der Stahl, und dieser wieder mehr, als das Stabeisen. Dieses letztere sollte zwar eigentlich ganz reines, kohlenfreies Eisen sein, was aber sehr selten, vielleicht nie der Fall ist. Es ist daher auch unmöglich, eine ganz scharfe Grenze zwischen ihnen zu ziehen, denn das Stabeisen verläuft durch unmerkliche Uebergänge in Stahl, und dieser wieder in Gußeisen, so daß es kaum möglich ist, mit Bestimmtheit zu sagen, wo das erstere aufhört und das letztere anfängt; und wirklich könnte mancher im Handel vorkommende Stahl richtiger als Gußeisen, und manches Gußeisen nicht mit Unrecht als Stahl betrachtet werden. Jedenfalls aber steht der Stahl zwischen Stab- und Gußeisen in der Mitte, und unterscheidet sich von ersterem wesentlich durch seine größere Härte, und die Eigenschaft, daß er, glühend in kaltem Wasser abgelöscht, sehr hart und spröde wird, von dem Gußeisen dagegen durch seine Schmiedbarkeit im glühenden Zustande.

Gegen das Ende des verflossenen Jahrhunderts erlitt die Eisengewinnung in Großbritannien die wesentliche Umgestaltung, daß, statt der früher allgemein üblichen Schmelzarbeit mit Holzkohlen, jetzt Steinkohlen mit bestem Erfolg zur Anwendung kamen. Durch diese große Verbesserung wurde nicht nur eine sehr bedeutende Kostenersparung erzielt, sondern auch ein weicheres Gußeisen ausgebracht, das viele neue Anwendungen gestattete. Seit dieser Periode haben sich die englischen Eisenwerke zu einer unberechenbaren Wichtigkeit für die Nationalindustrie hinaufgeschwungen, und eine Menge der sinnreichsten und mächtigsten Maschinen ins Leben gerufen, die mit fast unglaublicher Ersparung an Zeit und Mühe das Eisen zu Stangen und Schienen jedweder Gestalt und Dimensionen auswalzen.

Der Ueberfluß an trefflicher Kohle und ihr Zusammenvorkommen mit Eisenstein haben dem englischen Eisenhandel einen sehr beträchtlichen Vorsprung vor dem anderer Länder verliehen, ungeachtet diese sich aufs angestrengteste bemühen, ihm entgegenzuarbeiten. Im Jahre 1802 machte M. de Bonnard, gegenwärtig Inspektor eines Theils der Bergwerke Frankreichs und Sekretär des Conseil général, eine Reise durch England, um das neue Verfahren der Eisenverschmelzung zu studiren, und machte nach seiner Rückkehr, im 17ten Bande des Journal des Mines eine Beschreibung desselben bekannt.

Seit Herstellung des Friedens haben viele französische Techniker und Hüttenmänner sich bemühet, das englische Verfahren auch in Frankreich einzuführen, besonders M. de Gallois, der sich längere Zeit in England aufhielt, und sich sehr genau mit allen Theilen der Eisengewinnung bekannt gemacht hatte, errichtete in Saint Etienne ein großes Eisenwerk ganz nach englischer Art. Erst kürzlich haben Dufrénoy und Elie de Beaumont, so wie Coste und Oerdonnet sehr ausführliche, mit genauen Zeichnungen der englischen Oefen ausgestattete Reiseberichte zur Belehrung ihrer Nation veröffentlicht.

Wie schon oben erwähnt, bildet der, größtentheils in Thoneisenstein übergegangene thonige Sphärosiderit der Steinkohlenformation das Hauptmaterial der englischen Eisengewinnung. Nur auf einigen Werken von Cumberland und Lancashire wird etwas rother Glaskopf zugenommen.

Digitized by Google

Unter den zahlreichen Steinkohlenablagerungen Englands sind es vorzugsweise zwei, die mehr als drei Viertel der Gesammtmenge von Gußeisen, die im ganzen Königreiche producirt wird, liefern, nämlich das Kohlenfeld von Dudley im Süden von Staffordshire, und die von Monmouthshire in Süd-Wales nebst denen von Gloucestershire und Sommersetshire. Besonders Dudley ist von der Natur ungemein begünstigt. Die Kohle, das Eisenerz, der zum Flußmittel dienende Kalkstein und feuerfester Thon zum inneren Ausbau der Oefen kommen hier in unmittelbarer Nähe bei einander vor. Dieser vortreffliche Thon, aus welchem die berühmten feuerfesten Steine angefertigt werden, wird bei Stourbridge gegraben, und nach allen Theilen des Königreichs zur Anfertigung von Tiegeln, zur Gußstahlfabrikation und zu Glashäfen versandt.

Merthyr-Tydvil, das Zentrum der Eisenwerke von Wales, besitzt einen großen Reichthum an Eisenstein, der hier 16 Lager bildet, oder vielmehr in 16 Lagern von Schieferthon eingelagert vorkommt. Man findet ihn hier bisweilen in ziemlich langen, neben einander liegenden Tafeln, die daher oft als eine einzige zusammenhängende Schicht erscheinen; gewöhnlich aber bildet er unregelmäßige Knauer von verschiedner Größe, die mehr oder weniger gedrängt neben einander liegen, und sowohl das Hangende wie das Liegende des Kohlenflötzes bilden. Man unterscheidet hier acht verschiedene Arten von Eisenstein unter den abgeschmackten Namen: black balls, black pins, six-inch-wide-vein, six-inch-jack, blue vein, blue pins, gray pins, seven pins. Das Lager, auf welchem die erste Sorte vorkommt, ist dem schwarzen Eisenerz von Staffordshire, dort gubbin genannt, ganz ähnlich. Es ist oft im Innern zerklüftet, und diese Klüfte pflegen mit Krystallen von Kalkspath oder Quarz ausgekleidet zu sein. In den oberen Lagern zeigen die Knauer eine konzentrisch schalige Absonderung, und bestehn in der Mitte aus Thon. Auch Krystalle von Rutil (natürlicher Titansäure), kommen hin und wieder in ihnen vor, und sind ohne Zweifel die Ursache von dem schon mehrfach beobachteten Vorkommen von metallischem Titan in den inneren Wandungen des Kernschachtes der Hochöfen. Sowohl in Dudley als auch in Süd-Wales enthält der Eisenstein Bruchstücke von Schalen des Genus unio.

Der Eisenstein von Süd-Wales ist im Allgemeinen etwas reichhaltiger als der von Staffordshire; der erstere gibt durchschnittlich 33 Prozent Eisen aus, der letztere selten über 30; dazu kommt noch, daß auch die Kohlen von Süd-Wales besser und wohlfeiler sind, endlich auch die Nähe des Meeres, wodurch die Versendung so sehr erleichtert wird, so daß also Süd-Wales hinsichtlich der Eisenproduktion entschieden im Vortheil steht. Hinsichtlich des Zusammenvorkommens von Eisenstein und Kohle dagegen sind die Eisenwerke von Dudley in Staffordshire mit denen von Merthyr-Tydvil in Süd-Wales in gleichem Grade bevorzugt. Die Zahl der Hohöfen in dem Kirchspiel von Merthyr-Tydvil beläuft sich auf 30. Das hier erblasene Roheisen kommt jedoch selten als solches in den Handel, sondern wird fast gänzlich zu Stabeisen verarbeitet, von welchem allein die Eisenwerke des Herrn Crawshay wöchentlich 600 Tons (etwa 12000 Zentner) produziren. Eine Menge Eisenbahnen in der Gesammtlänge von 220 engl. Meilen dienen theils zum Transport der Materialien, theils zum Export der fertigen Produkte.

Wenn, wie oben erwähnt, die Verwendung von Steinkohlen, oder vielmehr Kokes, gegen die früher gebrauchten Holzkohlen beim Verschmelzen des Eisensteins schon eine Vervollkommnung von unberechenbaren Folgen war, so durfte auch das neue Frischverfahren in Flammöfen bei Steinkohlenfeuerung als eine nicht minder wesentliche Verbesserung angesehen werden, und, wenn nicht das mit Holzkohlen vertrischte Stabeisen im Allgemeinen besser wäre, und sich namentlich auch

Digitized by Google

weit besser zur Stahlbereitung geignete, als das gepuddelte oder im Flammofen mit Steinkohlen verfrischte, so würde sicherlich in keinem Eisenwerke mehr bei Holzkohlen gefrischt werden. Wo es sich um besondere Weichheit und Gleichförmigkeit des Eisens handelt, wird daher auch jetzt noch mit Holzkohlen gefrischt, so z. B. in mehreren Werken, die Eisenblech zum Behuf der Weißblechfabrikation darstellen. Das Verglühen beim Auswalzen der Bleche freilich geschieht auch hier in einem, mit Steinkohlen geheizten Glühofen.

Bis zum Jahr 1740 wurde in England nur allein mit Holzkohlen geschmolzen, und als Erz vorzugsweise nur brauner und rother Glaskopf verarbeitet, auch brauner Thoneisenstein wurde mit hinzugenommen, doch wie es scheint, nicht der thonige Sphärosiderit und Thoneisenstein der Kohlenflötze, der gegenwärtig so gut wie allein das Material zur Eisengewinnung liefert. Damals waren 59 Hohöfen in Betrieb, die jährlich 17350 Tons Roheisen lieferten, also jeder einzelne 294 Tons, mithin wöchentlich $5\frac{1}{4}$. Ums Jahr 1788 wurden mehrfache Versuche gemacht, Eisen mit Kokes zu schmelzen, in deren Folge nur 24 Hohöfen die Holzkohlenfeuerung beibehielten, während 53 mit Kokes arbeiteten. Jene 24 Hohöfen aber lieferten jährlich zusammen 13000 Tons, also jeder wöchentlich nahe 11 Tons; also über noch einmal so viel als im Jahr 1740, eine Mehrausbeute, die ihren Grund größtentheils in der Einführung der Zylindergebläse statt der früher üblichen hölzernen Blasbälge hatte. Die 53 Kokes-Hohöfen dagegen produzirten ein Gesammtquantum von 48800 Tons, mithin ein jeder wöchentlich $17\frac{1}{2}$.

Die Gesammtproduktion an Roheisen betrug also im Jahr 1782:

mit Kokes	48800
mit Holzkohlen	13100
Im Ganzen .	61900 Tons.

Im Jahr 1796 waren die Holzkohlen fast gänzlich abgeschafft. Die in diesem Jahre auf Pitt's Veranlassung gesammelten Nachrichten über den Zustand der Eisenwerke, zum Behuf einer angemessenen Besteuerung, ergaben, daß 121 Hochöfen in Betrieb standen, die jährlich 124879 Tons Roheisen produzirten, was auf einen jeden 1032 Tons jährlich, also wöchentlich 20 Tons beträgt.

Im Jahr 1802 betrug die Zahl der Hohöfen 168, und die Gesammtausbeute 170000 Tons. Im Jahr 1806 erfolgten von 227 Oefen, von welchen jedoch nur 159 gleichzeitig in Betrieb standen, 250000 Tons. Diese 227 Hohöfen waren folgendermaßen vertheilt:

In Wales	52.
„ Staffordshire	42.
„ Shropshire	42.
„ Derbyshire	17.
„ Yorkshire	28.
„ Gloucester, Monmouth, Leicester, Lancaster, Cumberland und Northumberland zusammen	18.
In Schottland	28.
	227.

Im Jahr 1820 hatte sich die Produktion auf die folgenden Zahlenwerthe gehoben:

Wales produzirte jährlich	150000 Tons.
Shropshire und Staffordshire	180000 „
Yorkshire und Derbyshire	50000 „
Schottland nebst einigen unbedeutenden Werken in England	20000 „
Summa . .	400000 Tons.

Nach der statistischen Uebersicht der französischen und englischen Eisen-

Digitized by Google

werke von Heron de Villefosse zählte England im Jahr 1826, im Ganzen 305 Hohöfen, nämlich in Wales . . . 87.
in Staffordshire . . . . . 78.
in Shropshire, Derbyshire, Yorkshire ꝛc. . 84.
in Schottland . . . . . 56.
305.

Von diesen waren 280 zu gleicher Zeit in Betrieb. Rechnet man auf einen jeden wöchentlich 50 Tons, so würde die Gesammtproduktion sich auf 728000 Tons belaufen haben, doch scheint diese Schätzung etwas zu hoch, denn nach der, von Seiten des Mr. Ph. Tailor dem Herrn Achille Chaper, Inhaber eines bedeutenden Eisenwerkes in Frankreich, gemachten Mittheilung, betrug die Produktion in diesem Jahre nur etwa 600,000 Tons (oder etwa 12 Millionen Zentner.)

Diese Zusammenstellung zeigt, in welch rascher Progression die Roheisengewinnung in England während der letzten 50 Jahre zugenommen hat.

Das Verfrischen des Roheisens zu Stabeisen wurde früher in ganz gleicher Art, wie noch jetzt in Frankreich und Deutschland, mit Holzkohlen bewirkt; als aber das Holz in England seltner und theurer wurde, fing man an, Holzkohlen mit Kokes gemengt anzuwenden. Allein das Stabeisen fiel gewöhnlich von harter, schlechter Beschaffenheit aus, und der Prozeß ging so langsam von Statten, daß eine Eisenhütte, die wöchentlich 20 Tons Stabeisen zu liefern im Stande war, schon zu den bedeutenden gezählt wurde. Es wurde zu der Zeit jährlich das enorme Quantum von 70000 Tons Stabeisen von Schweden und Rußland importirt.

Eben in dieser Zeit gelang es den unausgesetzten Bemühungen des Mr. Cort, Roheisen dadurch zu Stabeisen zu verfrischen, daß er es auf dem Herde eines Flammofens einer lebhaften Steinkohlenflamme exponirte, wodurch er den doppelten Vortheil erreichte, einentheils mit Steinkohlen als Brennmaterial auszureichen, und zweitens, keines künstlichen Gebläses zu bedürfen. Aber dieses Verfahren allein führte noch keineswegs zu dem gewünschten Resultat; es war sehr unsicher, gab mitunter einen sehr unbedeutenden, ein ander Mal wieder einen sehr großen Verlust; das Eisen fiel sehr verschieden aus, und eben so große Differenzen zeigten sich in der Menge des Steinkohlenverbrauchs. Indessen gelang es dem Mr. Cort auch diese Schwierigkeiten dadurch zu überwinden, daß er vor dem eigentlichen Puddeln im Flammofen eine Art Frischprozeß mit Kokes vornahm, um schon eine vorläufige Entkohlung des Roheisens zu bewirken. Das so vorbereitete Eisen nennt er finery metal, oder fine metal (Feinmetall, Feineisen).

Statt der bis dahin gebräuchlichen Behandlung des gefrischten Eisens unter dem Hammer führte Cort das Walzwerk ein, wodurch die Stabeisenfabrikation wiederum eine außerordentliche Verbesserung erfuhr. Aber auch durch alle diese Mittel wurde ein brüchiges Stabeisen von sehr geringer Güte erzielt, das wenigstens unmittelbar keiner Anwendung fähig war. Um auch diesen Fehler zu verbessern und ihm die nöthige Konsistenz zu geben, unterwarf er das gepuddelte Eisen einer nachträglichen sehr heftigen Schweißhitze in einem besonderen Flammofen, wodurch es denn gelang, ein gutes verkäufliches Stabeisen herzustellen. Dieses neue Verfahren, das Puddeln (puddling) fand sehr bald allgemeine Aufnahme, und wird gegenwärtig in solcher Ausdehnung betrieben, daß ein einziges Eisenwerk, Cyfartha in Wales, über noch einmal so viel Stabeisen liefert, als in den Jahren von 1740 bis 1750 jährlich in dem ganzen Königreiche produzirt wurde.

Die Eisengewinnung zerfällt in zwei Haupttheile 1. Das Verschmelzen der Eisenerze zu Roheisen, und 2. die Umwandlung des Roheisens in Stabeisen.

Das Roh- oder Gußeisen, eine chemische Verbindung von Eisen mit

Digitized by Google

wenig Kohlenstoff, gewöhnlich mit Graphit innigst gemengt, anlangend, mögen die folgenden Bemerkungen vorhergeschickt werden.

Das aus den englischen und schottischen Hohöfen erfolgende Gußeisen ist im Allgemeinen dunkelgrau und sehr weich; zeigt jedoch kleine Unterschiede, wonach es in folgende drei Arten eingetheilt werden kann:

a. Dunkelgraues; von grobem, rundlichen Korn, entsteht, wenn ein Ueberschuß an Kohle im Ofen vorhanden ist. Es ist sehr dickflüssig, und sprüht dabei blaue Funken. Auf der Oberfläche bilden sich sehr schnell krystallinische Vegetationen in feinen Verastelungen aus; dabei erstarrt es nur langsam, nach dem Erkalten ist die Oberfläche glatt, konkav, und oft mit Blättchen von Graphit bedeckt. Es besitzt nur mittlere Festigkeit, feilt sich leicht, und nimmt eine schwache Politur an.

Beim Umschmelzen geht es in die folgende Abänderung b über, und liefert dann die besten Gußwaaren.

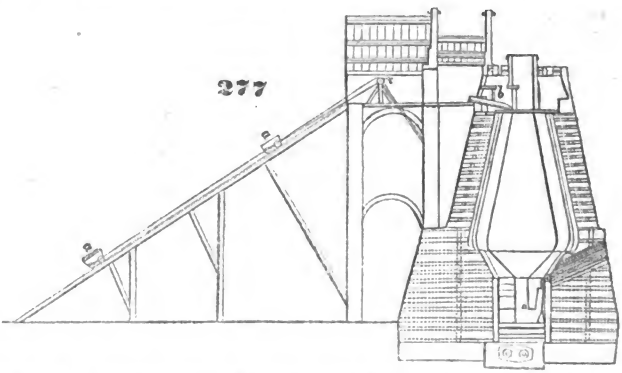
b. Graues. Etwas heller von Farbe und weniger grobkörnig als das vorhergehende; fest, dabei aber doch leicht zu drehen, zu feilen und zu bohren. Vorzüglich wenn es sich der Sorte a nähert, eignet es sich zum Guß; ist die Farbe heller, so daß sie der Art c nahe kommt, so ist es besser zum Verfrischen. Durch mehrmaliges Umschmelzen geht es in die dritte Abänderung, c, das weiße Gußeisen über. Dieses ist spröde, von hellgrauer oder fast weißer Farbe, und gibt durch sein Erscheinen allemal irgend eine Störung in dem Gange des Ofens zu erkennen, da es bei richtigem Gange desselben nicht entstehen darf. Es fließt unvollkommen, unter sehr lebhaftem glänzenden Funkensprühen, erstarrt schnell und zeigt nach dem Erkalten unregelmäßige Hervorragungen und eine äußerst raube Oberfläche. Dabei ist es leicht zerbrechlich, von blättrig strahligem Gefüge und so hart, daß es selbst von gehärtetem Stahl nicht angegriffen wird. Man braucht es nur, um Gewichte, Kanonenkugeln oder Bomben zu gießen, nie zu Maschinentheilen. Es gibt beim Verfrischen ein schlechtes Stabeisen.

Die Verschiedenheit des Gußeisens der verschiednen Eisendistrikte ist wohl der Grund, daß einige, so namentlich Staffordshire und Shropshire, größtentheils nur Gußarbeiten liefern, während Wales fast nur allein Stabeisen produzirt. Vielleicht, daß hievon zum Theil der Grund auch in dem billigern Preise der Kohlen in Wales liegen mag. Jedenfalls wird es am zweckmäßigsten sein, das Verfahren beim Hohofenbetriebe in Wales getrennt von dem in Staffordshire gebräuchlichen abzuhandeln.

Die Hohöfen von Staffordshire auf den Eisenwerken von Dudley, Bilston und Wednesbury werden fast jederzeit aus Mauersteinen in Gestalt eines Kegels oder auch einer Pyramide mit quadratischer Grundfläche erbaut, und mit einer Menge eiserner Bänder oder auch fest verankerter Stangen bekleidet, wodurch die Möglichkeit gegeben ist, die Oefen weit weniger massiv zu bauen, als es früher der Fall war, und sie in einer schlankeren gefälligeren Form aufzuführen. Sollen zwei oder drei Oefen neben einander stehn, was meistens der Fall ist, so bleibt zwischen je zweien ein schmaler Gang frei, um den Zugang zu den Formen, durch welche der Wind in den Ofen tritt, zu gestatten. An der Vorderseite wird ein großer geräumiger Schuppen von ungemein leichter Konstruktion, gewöhnlich mit einem kugelsegmentförmig gewölbten Dach aus gegossenen Platten oder starkem Eisenblech, angebauet. Die Pfeiler sind ebenfalls aus Gußeisen, und gewähren dem Ganzen ein sehr zierliches Ansehen. Die Oefen bei Dudley stehn fast sämmtlich mitten in der Ebene, und sind mit einem schräg ansteigenden Schienenwege versehen, um die Beschickung nebst den Kokes in kleinen Wägen zur Gicht des Ofens aufzuziehen. Diese, in der Fig. 277 ersichtliche Eisenbahn steigt gewöhnlich an der Hinterseite des Ofens empor. Die hölzernen oder aus Eisenblech konstruirten Wägen a a werden durch zwei Seile oder Ketten gezogen, die über Rollen gehen und sich auf eine Trommel aufwinden, die gewöhnlich durch dieselbe, auch zum Betrieb der Gebläse dienende Dampfmaschine in Bewegung gesetzt

Digitized by Google

werden. Der Bequemlichkeit halber ist die Gicht des Ofens gewöhnlich mit einer größern bedachten Platform und einem Geländer umgeben, und um Unglücksfällen vorzubeugen, ein Mechanismus angebracht, durch



den das Geländer an der Seite der Eisenbahn in dem Momente, wo ein Wagen anlangt, sich öffnet und sogleich wieder schließt. Die zum Aufziehen der Wagen nöthige Kraft beträgt auch bei den größten Hochöfen nicht über zwei Pferde.

Die Höhe der Hohöfen variirt zwischen 36 und 60 Fuß; doch sind die letzteren nur selten; die gewöhnlichste Höhe ist 45 bis 50 Fuß; das obere Fünftel wird durch eine zylindrische Fortsetzung, eine Art kurzen Schornstein von 8 bis 12 Fuß Höhe gebildet, dessen Durchmesser dem der Gicht gleich kommt und 4 bis 6 Fuß beträgt. Dieser Schornstein oder Mantel ist nur in einfacher Stein-Dicke aufgemauert, aber so stark mit eisernen Stangen und Bändern verwahrt, daß oft die Hälfte des Mauerwerks ganz mit Eisen bedeckt ist. An der unteren Seite enthält er eine oder zwei viereckige Oeffnungen, durch welche die Erze und Kokes mittelst der schräg geneigten Rinne b, Fig. 277 aufgegeben werden.

Er ruhet auf einer großen gußeisernen Platte, welche die Gichtöffnung umfaßt. Der innere Raum der Staffordshirer Hohöfen ist in der Regel kreisförmig mit Ausnahme des Herdes und des Gestelles, und kann, wie überhaupt bei fast allen Hohöfen, der vertikalen Richtung nach in vier Theile getheilt werden.

Der unterste Theil ist der Herd (hearth, crucible). der zur Ansammlung des geschmolzenen Eisens dient. Er hat die Gestalt eines liegenden rektangulären Prisma, dessen Längenerstreckung nach der Vorder- oder Arbeitsseite des Ofens gerichtet ist, und wird gemeiniglich aus feuerfestem Stein (firestone) konstruirt, wie er in den Kohlenlagern vorkommt, nämlich dem sogenannten Millstone-Grit, einem grobkörnigen, aus großen abgerundeten, durch ein thoniges Bindemittel verkitteten Quarzkörnern bestehenden Sandstein. Der untere Bodenstein wird immer aus einem einzigen großen Stück dieses Sandsteins gebildet, das auf einer gußeisernen Platte aufliegt.

Der zweite Theil, der aus demselben Sandstein erbaut wird, das Gestell, oder genauer das Obergestell, ist der beinahe prismatische, nur ein wenig nach oben sich erweiternde Raum über dem Herde, der im Querschnitt ein Quadrat bildet. Der Herd reicht also seiner horizontal rektangulären Gestalt wegen, wie auch aus der Fig. 277 ersichtlich ist, nach der Arbeitsseite zu unter dem Gestell hervor. Auf der Grenze

Digitized by Google

zwischen Herd und Gestell liegen die Formen, d. h. die trichterförmigen Oeffnungen zum Einleiten der Gebläseluft.

Den dritten Theil bildet die Rast (the boshes) von umgekehrt kegelförmiger Gestalt, welche einer starken Erweiterung des Ofenraumes, dem sogenannten Kohlensack (belly), zur Grundfläche dient. Die mehr oder weniger starke Neigung dieser Rast ist keineswegs gleichgültig, sondern von entschiedenem Einfluß auf die Qualität des Eisens. Soll die dunklere Sorte von grauem Roheisen dargestellt werden, so gibt man der Rast eine weniger starke; ist der Ofen dagegen zur Erzeugung von hellerem grauen Roheisen behuf der Stabeisenproduktion bestimmt, eine stärkere Neigung der Raſtfläche gegen den Horizont, zwischen 55 und 60°; ihr Durchmesser bestimmt die Weite des Kohlensackes, und beträgt durchschnittlich 11 bis 13 Fuß.

Der vierte und längste Theil des Ofenraumes, der Schacht, nimmt etwa zwei Drittel desselben (vom Bodenstein bis zur Gicht gerechnet) ein, bildet einen etwas bauchig erweiterten Kegel, dessen Grundfläche mit der obern Ausweitung der Rast zusammenfällt, und hier keinen scharfen Winkel macht, sondern sich in einer sanften Abrundung mit ihr vereinigt. Bei sehr großen Oefen, namentlich denen mit drei Formen, ist das untere Ende des Schachtes zunächst über der Rast bis zu einer gewissen Höhe zylindrisch. Die obere Mündung des Schachtes heißt die Gicht (the throat oder mouth).

Innere Dimensionen zweier gut gehender Hohöfen.

	Nro. 1.	Nro. 2.
	Fuß	Fuß
Höhe vom Bodenstein bis zur Gicht . .	45	49
Höhe des Herdes nebst Obergestell . .	$6\frac{1}{2}$	6
— der Rast	8	7
— des Schachtes über der Rast . .	$30\frac{1}{2}$	36
— der Esse oder des Mantels über der Gicht.	8	$12\frac{3}{4}$
Weite des Herdes am unteren Ende . .	$2\frac{1}{2}$	2
— — — — oberen — . .	3	$2\frac{2}{3}$
Größter Durchmesser der Rast . . .	$12\frac{2}{3}$	$13\frac{1}{2}$
Durchmesser des Schachtes in $\frac{1}{3}$ der Höhe .	12	$11\frac{1}{2}$
— — — — $\frac{2}{3}$ — — .	$8\frac{2}{3}$	$9\frac{1}{2}$
— — — an der Gicht .	$4\frac{1}{2}$	$3\frac{2}{3}$
Neigungswinkel der Rast	59°	52°

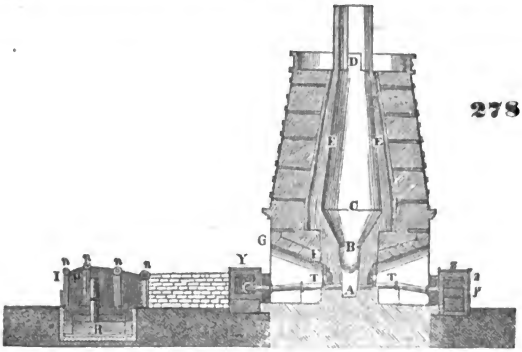
Fig. 278 ist ein vertikaler Durchschnitt eines Staffordshire-Hohofens in einer durch die zwei Blasformen gelegten Ebene, also rechtwinklig gegen den in Fig. 277 gegebenen Durchschnitt.

Bei A treten die beiden konischen Blasformen in den Herd, in welche die von den Gebläseröhren ausgehenden Düsen eingelegt worden, die je nach der Größe des Ofens von verschiedener Weite sind, etwa 2 bis 4 Zoll im Durchmesser haben. B C die konische Rast; C D der Schacht. Bei D sieht man die viereckige Oeffnung in der oberen Esse zum Aufgeben der Erze und Kokes. Der Schacht wird mit größter Sorgfalt aus den allerbesten feuerfesten gebrannten Steinen von 12 bis 14 Zoll Länge, 3 Zoll Dicke und einer, der Rundung des Schachtes angemessenen Krümmung gemauert. Diese innere Mauer heißt der Kernschacht. Um diesen herum bleibt ein etwa 3 Zoll weiter Zwischenraum frei, der zuweilen mit Kohlenklein angefüllt, gewöhnlich mit Sand vollgestampft wird (die Füllung), und den Zweck hat, das äußere Mauerwerk, die Rauhmauer des Ofens, außer aller unmittelbaren Verbindung mit dem Kernschacht zu bringen, den Ausdehnungen dieses letzteren in etwas nachzugeben und so die Rauhmauer vor dem Bersten zu sichern.

Bei F befinden sich an jeder der beiden Formseiten $8\frac{1}{2}$ Fuß lange,

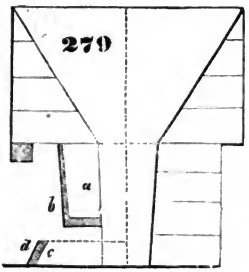
Digitized by Google

10 Zoll im Quadrat haltende gußeiserne Tragbalken, die den Formgewölben zur Unterstützung dienen. Diese Gewölbe erweitern und er-



höhen sich nach der Außenseite des Ofens zu, wie aus der Figur (in F, G) ersichtlich ist, so daß die äußere Höhe 14, die Breite 18 Fuß beträgt.

Fig. 279 zeigt genauer die Einrichtung des Herdes und der Rast, die beide aus Sandsteinstücken gebildet sind. Die Steine der Vorderseite bekommen zum Theil besondere Gestalt und Namen. Der untere vorspringende Theil des Herdes, der Vorherd, ist durch den Wallstein c begrenzt, der an der Vorderseite mit einer Eisenplatte, dem Schlackenblech d, belegt ist. Dieser Wallstein läßt jedoch an der einen Seite eine schmale, wenige Zoll breite Spalte frei, durch die das Eisen abgestochen wird, und die während dem Schmelzen mit thonhaltigem, daher gut bindendem Sande zugestopft ist. Die obere Seite des Wallsteines liegt 4 bis 8 Zoll unter dem Niveau der Formen. Die Vorderseite des Obergestelles wird durch einen Stein, den Tümpelstein d, gebildet, der äußerlich mit dem Tümpelblech b bekleidet ist. Zwischen Tümpel- und Wallstein bleibt eine horizontale etwa 5 Zoll breite Oeffnung, durch die ein Arbeiter nöthigenfalls in den Herd gelangen kann, und durch welche die Schlacke abfließt. Auch diese Oeffnung bleibt während dem Schmelzen größtentheils, und bis auf eine, zum Abfließen der Schlacke hinreichende Oeffnung, mit Lehm verschlossen.



Die Hohöfen in Staffordshire haben sämmtlich mindestens 2 Formen, einige ihrer drei. Die beiden, an den gegenüber stehenden Seiten befindlichen Formen werden allemal so angebracht, daß die beiden Luftströme nicht gerade auf einander treffen. So z. B. ist in einem Ofen bei Dudley, der sehr gute Wirkung macht, die eine Form 10, die andere nur 4 Zoll von der Hinterseite des Herdes entfernt, so daß mithin die Direktionslinien des Windes 6 Zoll nebeneinander vorüber gehn.

Bei andern Oefen mit 3 Formen steht die eine Seitenform 16½, die andere 6½ Zoll von der Hinterseite ab. Aber auch in Oefen mit drei Formen werden selten alle drei zugleich gebraucht. Die dritte wird eigentlich nur zu Hülfe genommen, wenn entweder eine nachtheilige

Digitized by Google

Abkühlung im Ofenraume einzutreten droht, oder wenn es nöthig wird, durch ungewöhnlich starke Hitze eine Reinigung des Gestelles vorzunehmen. Auf die genaueste und solideste Ausführung sämmtlicher Theile des Hohofens, besonders auch des Fundamentes, kann gar nicht zu sorgfältig geachtet werden. Wo der Grund nicht große Festigkeit darbietet, ist es nothwendig zu pilotiren, und zwar die Hüttensohle so hoch zu legen, daß der zum Abzug des Wassers dienende Kanal unter derselben noch über dem höchsten Wasserstande des Bodens liegt. Innerhalb der Rauhmauer des Ofens wird eine Menge kleiner Kanäle oder Züge freigelassen, um den Dämpfen, die sich aus dem frischen Mauerwerk entwickeln, freien Abzug zu gestatten.

Die in Staffordshire gebräuchlichen Gebläse bestehn meistens in einem großen gußeisernen Zylinder, in welchem ein genau luftdicht anschließender Kolben durch eine Dampfmaschine auf- und abgetrieben wird. Die Kolbenstange geht durch eine Stopfbüchse im obern Deckel des Zylinders. Zum Ein- und Austritt der Luft aus den Räumen unter und über dem Kolben sind vier Ventile vorhanden. Die Luft gelangt von hier zuerst in den großen Windregulator, einen in Wasser stehenden, oben verschlossenen, unten offnen geräumigen Behälter, von welchem aus sie dem Ofen zugeführt wird.

Der Druck, unter welchem man den Wind in den Ofen treten läßt, muß je nach der Natur des Brennmateriales, nach der Jahrszeit und anderen Umständen variiren, im Sommer z. B., wo die Luft wärmer, mithin dünner ist, muß sie, um denselben Effekt zu machen, verhältnißmäßig schneller einströmen.

Die Grenzen des Druckes liegen zwischen $1\frac{1}{2}$ und $3\frac{1}{2}$ Pfund auf den Quadratzoll. Der gewöhnlich in Staffordshire gebräuchliche Druck beträgt 3 Pfund. Auch die Weite der Düsen, d. h. der kegelförmig verjüngt zulaufenden Röhrenenden, durch die der Wind ausgeblasen wird, ist nach der Beschaffenheit der Kokes und der Erze verschieden. In Staffordshire haben sie $2\frac{1}{2}$ bis $2\frac{3}{4}$ engl. Zoll Durchmesser. Die Gebläse in Staffordshire werden, wie schon erwähnt, sämmtlich durch Dampfmaschinen getrieben. So ist auf dem Eisenwerke des Mr. Bagnal eine Dampfmaschine von 40 Pferdekräften, die die Gebläse zweier 40 Fuß hohen Hohöfen (exlus. der oberen Essen) und zweier Raffinirfeuer in Betrieb setzt, so daß mithin bei der Gesammtproduktion von 100 Tons Gußeisen jede Pferdekraft einer wöchentlichen Produktion von $2\frac{1}{2}$ Tons entspricht.

Die Anlage zweier Hohöfen von 40 Fuß Höhe kostet in Dudley 1800 Lstr. Zur äußeren Rauhmauer eines jeden Ofens gehören 160000 gewöhnliche Mauersteine, zum Kernschacht 3900 feuerfeste Steine, und zur Rast 825. Die Größe der feuerfesten Steine ist verschieden; man hat 5 Sorten, theils gerade, theils gekrümmte. Die Dicke beträgt bei allen 6 Zoll.

In 12 Stunden werden je nach der Größe der Oefen 20, 25 bis selbst 40 Gichten, gewöhnlich etwa 30 Gichten, aufgegeben; jede von 5 bis 6 Ztr. Kokes (oder gegenwärtig bei Speisung mit heißer Luft, 3—4 Zentr. Steinkohlen), 3, 4, zuweilen gar 6 Ztr. geröstetem Eisenstein (je nachdem er reicher oder ärmer ist, und je nachdem die darzustellende Eisensorte eine reichere oder ärmere Besetzung verlangt), und etwa $\frac{1}{4}$ vom Gewicht des gerösteten Eisensteins an Kalkstein als Fluß. Alle 12 Stunden wird abgestochen, Morgens und Abends 6 Uhr.

Die Hohöfen in Süd-Wales, besonders in Pontypool, sind weit leichter konstruirt. Die Form des Schachtes ist ganz dieselbe, wie die bereits beschriebene, das ganze Mauerwerk aber besteht aus einer einzigen Lage feuerfester Steine von 20 Zoll Länge, 4 Zoll Dicke und 9 Zoll Breite, ist dafür aber mit sehr vielem Eisenwerk bekleidet. Die Außenseite nämlich ist mit acht starken eisernen Stangen belegt, über welche eine Menge breiter und starker eiserner Bänder oder Ringe in Entfernungen von

Digitized by Google

3 Fuß, oft selbst nur 6 Zoll, gelegt sind. Jeder Ring besteht aus vier einzelnen Theilen, die entweder durch Keile oder auch durch Schrauben verbunden sind, und zugleich auch auf den vertikalen Stangen befestigt werden. Ungeachtet dieser leichten Bauart dauern diese Oefen eben so lange als die in Staffordshire, weil in Wales größtentheils Stabeisen produzirt wird, und es dabei hauptsächlich auf ein möglichst großes Quantum Eisen ankommt, während in Staffordshire, wo es sich um Gewinnung von möglichst vortrefflichem Gußeisen handelt, die Oefen etwas niedriger, dabei aber von derselben Weite gemacht werden.

Bei dem Gebläse des Cyfartha-Eisenwerkes, das durch eine Dampfmaschine von 90 Pferdekräften getrieben wird, steht die Kolbenstange des Gebläsezylinders durch ein Watt'sches Parallelogramm mit dem hinteren Ende des Balanciers der Dampfmaschine in Verbindung. Der Gebläsezylinder hat 9 Fuß 4 Zoll Durchmesser, und 8 Fuß 4 Zoll Höhe. Der Kolben macht in der Minute 13 Doppelhübe von 8 Fuß. Berechnet man den Inhalt des innerhalb einer Minute von dem Kolben durchlaufenen Raumes und nimmt an, daß etwa 4 Prozent der Luft verloren gehen, daß also 96 Prozent wirklich in den Ofen gelangen, was bei Gebläsen von so akkurater Ausführung angenommen werden kann, so ergibt sich, daß per Minute 13655 Kubikfuß Luft im Zustande der gewöhnlichen Dichtigkeit ausgetrieben werden. Eine Pferdekraft würde also in ganzer Zahl 152 Kub. Fuß Luft geben. Der Druck der Luft in dem Gebläse beträgt hiebei höchstens 2 Pfund auf den Quadratzoll.

Auf dem Cyfartha-Eisenwerk sind drei Dampfmaschinen, eine von 90, eine zweite von 80 und eine von 40, also zusammen von 210 Pferdekräften, welche die Gebläse zu 7 Hohöfen und eben so vielen Raffinirfeuern betreiben. Es kommen also, vorausgesetzt, daß ein Raffinirfeuer nur ¼ der zu einem Hohofen erforderlichen Luftmenge braucht, auf jeden Hohofen 26¼ Pferdekraft. Das gesammte, den Herren Crawshay gehörige Werk von Cyfartha aber umfaßt 12 Hohöfen, die nebst den zugehörigen Raffinirfeuern 350 Pferdekräfte in Anspruch nehmen, also 25 bis 26 Pferdekräfte auf jeden Ofen. Jeder dieser 12 Oefen produzirt wöchentlich ungefähr 60 Tonnen Roheisen, mithin jede Pferdekraft inclus des Raffinirfeuers 2¼. Jeder der Oefen verbraucht pr. Minute 3567 Kub. Fuß Luft. —

Analysen einiger englischen Kohleneisensteine, von Berthier.

	Reiches Walliser Erz.	Armes Walliser Erz.	Reiches Erz von Dudley (Gubbin.)
Verlust beim Glühen .	30,00	27,00	31,00
Erhaltenes Eisenoxyd .	60,00	42,66	58,33
Kalk	0,00	6,00	2,66
Gangart	8,40	22,03	7,66

Berechnet man das Eisenoxyd auf metallisches Eisen, so enthält das reiche Erz von Wales 42, das arme 29, 3; das Erz von Dudley 39, 7 Prozent. Als mittleren Eisengehalt des gewöhnlichen englischen Kohleneisensteins kann man etwa 33 Prozent annehmen; er erleidet beim Rösten einen Gewichtsverlust von etwa 28 Prozent. Uebrigens wird jeder eisenhaltige Thonstein als schmelzwürdiges Eisenerz betrachtet, der über 20 Prozent Metall enthält, und je nach seinem Gehalte bezahlt. Der mittlere Preis in Staffordshire ist 12 ßl. pr. Ton. (Etwa 4 Rth. die 2000 Pfund.) Das reiche Gubbin in Dudley freilich wohl 16 bis 17 ßl. —

Vor dem Verschmelzen wird der Eisenstein geröstet, was gewöhnlich an freier Luft geschieht. Man macht zu dem Ende etwa 6 bis 7 Fuß hohe, und 15 bis 20 Fuß im Quadrat haltende Haufen von Eisenstein, der nöthigenfalls mit Steinkohlenklein gemengt wird, auf einer Schicht grober Steinkohlen, und zündet ihn an der Windseite an. Ist das Feuer bis zu einer gewissen Weite fortgebrannt, so verlängert man den

Digitized by Google

Röſthaufen nach der entgegengeſetzten Seite, ſo weit das Lokal oder der Boden es erlaubt, während das fertig geröſtete Erz vorne weggenommen wird, und läßt ſo ſucceſſive den ganzen Haufen abbrennen. Die Menge der erforderlichen Steinkohlen variirt dabei von 1 bis 4 Zentner pr. Ton Eiſenſtein, je nach der mehr oder weniger bituminöſen Beſchaffenheit des Letzteren.

Zu 1 Ton Gußeiſen ſind $3^1/_4$ Ton roher, oder $2^1/_4$ geröſteter Eiſenſtein erforderlich, ſo daß der rohe etwa 30,7, der geröſtete 44,4 Eiſen liefert. Auf den meiſten Staffordſhirer Werken wird das reichere, in runden Knauern vorkommende Erz (Gubbin) mit ärmerem, das in unregelmäßig flachen Stücken vorkommt (blue Flat) nach den Röſten gattirt, ſo daß das Ganze 30 bis 33 Proz. Eiſen ausliefert. Als Flußmittel dient in Dudley der kohlehaltige Uebergangskalkſtein, der ſehr kompakt iſt, und nur wenig Thon enthält. Auf $2^1/_2$ Tons geröſteten Eiſenſtein kommen 19 Zentner Kalkſtein, alſo ungefähr $^1/_4$ des rohen ungeröſteten Eiſenſteins. Der Kalkſtein koſtet 6 ßl. pr. Ton.

Als Brennmaterial wurde bis vor wenigen Jahren in Staffordſhire nur allein Koke verwandt. Um dieſen zu erzeugen, wird die Steinkohle im Haufen von etwa 5 Fuß Durchmeſſer und 4 Fuß Höhe um eine niedrige, aus Mauerſteinen leicht zuſammengeſtellte Eſſe aufgeſetzt. Die Steine dieſer Eſſe werden ſo angeordnet, daß ſie, beſonders unten, Zwiſchenräume bilden, die zur Ausbreitung des Feuers nothwendig ſind. Um dieſe Eſſe alſo werden die Steinkohlen in der Art aufgeſetzt, daß die größeren Stücke mehr in der Mitte, die kleineren an der Außenſeite liegen, worauf dann einige brennende Steinkohlen in die Eſſe geworfen werden, wodurch ſich der Haufe langſam von der Mitte aus entzündet. Um die Verbrennung zu verzögern, bedeckt man den Haufen, ſobald die Entzündung eingetreten iſt, mit einer Bekleidung von Kohlenlöſche, und die Mündung der Eſſe mit einem glatten Stein. Je nachdem die Verkohlung an den verſchiedenen Punkten des Meilers raſcher oder langſamer vorſchreitet, hilft man durch angebrachte Oeffnungen in der äußern Bekleidung und dadurch bewirkten Luftzug, oder umgekehrt durch feſtere Verwahrung der Decke nach. Wenn nach Verlauf von etwa 24 Stunden die Verkohlung bis zu dem Grade vorgeſchritten iſt, der erfahrungsmäßig zur Gewinnung guter Kokes am angemeſſenſten iſt, wird die äußere Bekleidung abgeriſſen, und das Feuer mit Waſſer gelöſcht. Dieſes Ablöſchen ſoll ſehr weſentlichen Einfluß auf die Güte der Kokes haben. Die Steinkohle erleidet hiebei einen Verluſt von ungefähr 30 Prozent ihres Gewichtes.

Die Ausbeute an Kokes iſt inzwiſchen nicht überall gleich, ungeachtet das Verfahren bei der Verkokung ganz daſſelbe iſt. So liefern im Allgemeinen die Kohlen in Wales mehr Kokes, als die von Staffordſhire. Zu Penydarran z. B. liefern 5 Theile Steinkohle $3^1/_4$ Koke, alſo 70 Prozent; in Dowlen 71. An dieſem letzteren Orte beträgt der Preis der Steinkohlen nur 2 ßl. pr. Ton; in Cyfartha 2 ß. 6 d bis 5 ßl.

Wenn nun der Hohofen nach dem erſten langſamen Abwärmen in regelmäßigen Gang gekommen iſt, was nach Verlauf von 14 Tagen bis 3 Wochen der Fall zu ſein pflegt, ſo beſteht das Ganze ſeiner Bedienung in nichts Weiterem, als ihn, ſobald ſich der Inhalt in etwas geſenkt hat, mit neuer Beſchickung und Koke zu verſorgen, ſo daß er beſtändig bis zur Gicht gefüllt iſt. Die Kokes werden in einem Korbe abgemeſſen, der $^1/_4$ Ton faßt, und mit den geröſteten Erzen, nebſt der Beſchickung von Kalkſtein gemengt und aufgegeben. In 24 Stunden kommen ſo $14^1/_2$ Tonnen Kokes, 16 geröſtetes Erz und 6^3, Kalkſtein, in kleineren Oefen kleinere, in größeren Oefen verhältnißmäßig größere Mengen, zur Verarbeitung.

Das zum Verfriſchen und das zum Umſchmelzen beſtimmte Eiſen wird in kleine Floſſen von 3 Fuß Länge und 4 Zoll Durchmeſſer, die ungefähr $2^1/_2$ Zentner wiegen, gegoſſen.

Digitized by Google

Wie schon erwähnt, hat jede Störung im regelmäßigen Gange des Ofens die Entstehung von weißem Roheisen zur Folge, daher man stets genau auf den Gang des Schmelzprozesses mit großter Aufmerksamkeit achten, und etwa eintretenden Abweichungen vom normalen Gange baldigst abzuhelfen suchen muß. Zu den sichersten Kennzeichen des guten Fortganges der Schmelzarbeit gehört die Beschaffenheit der Schlacke. Bei gutem (gahren) Gange ist sie vollständig und gleichmäßig verglast und schwach durchscheinend. Bei reicher Besetzung, d. h. bei verhältnißmäßig verstärktem Erzquantum, wie sie zum Behuf der Stabeisenfabrikation in Anwendung gebracht wird, ist die Schlacke undurchsichtig, matt, und von grünlich gelber Farbe, mit bläulich emailartigen Streifen. Endlich, bei gestörtem Gange unter Bildung von weißem Roheisen ist die Schlacke schwarz, schaumig und von einem Geruch nach Schwefelwasserstoff.

Die bedeutende Menge von Kalk, die als Flußmittel zugegeben wird, und in die Schlacke übergeht, scheint noch den wichtigen Nebenzweck zu erfüllen, den jederzeit in den Kokes enthaltenen Schwefel zu binden, der sonst an das Eisen treten, und dieses sehr wesentlich verschlechtern, ja gänzlich unbrauchbar machen konnte. Aus diesem Grunde reicht beim Schmelzen mit Holzkohlen eine geringere Beschickung von Kalk hin.

Ein Hohofen von 50 bis 60 Fuß Höhe produzirt wöchentlich 60 bis 70 Tons, einer von 50 bis 55 Fuß 60 Tons, einer von 45 Fuß 50 Tons, ein Ofen von 36 Fuß etwa 30 bis 40 Tons Roheisen. Dabei verbrauchen die Oefen in Staffordshire 3½ bis 4 Tons Steinkohlen, inclusive der zum Rösten erforderlichen, auf jede Tonne Gußeisen, und der Arbeitslohn auf diese Quantität beträgt etwa 15 fl.

Auf dem Cyfartha-Werke geschieht das Rösten der Erze in Schachtöfen, die im Innern eine zylindrische, am untern Ende konisch zulaufende Gestalt haben. Der zylindrische Theil ist 6 Fuß hoch und eben so weit; der kegelförmige, nur 4 Fuß hohe Theil hat an seinem unteren Ende eine Oeffnung zum Ausziehen des fertig gerösteten Erzes. Mitunter hat man auch mehrere Röstöfen so in Verbindung, daß sie einen einzigen langen verhältnißmäßig schmalen Ofenraum von 6 Fuß Breite und Tiefe, aber viel größerer Länge bilden, dessen unterer Boden aus einer Anzahl vierseitiger, 4 Fuß tiefer pyramidaler Vertiefungen besteht, deren jede ihre Oeffnung zum Ausnehmen des gerösteten Erzes hat. Diese Röstöfen liegen in Wales gewöhnlich auf einem Hügel, an den sich die Hohöfen anlehnen, so daß das geröstete Erz, so wie es aus dem Ofen kommt, unmittelbar zur Gicht des Hohofens gekarrt, und hier aufgegeben werden kann. Die Röstöfen, deren Einrichtung mit den Kalkbrennöfen nahe übereinkommt, werden mit abwechselnden Schichten von Eisenstein und Steinkohlenklein beschickt, und bleiben so, während das fertig abgeröstete Erz am unteren Ende ausgezogen, und frisches Erz nebst Kohlen wieder aufgegeben wird, in ununterbrochenem Gange.

Nach einer Analyse von Berthier besteht die in Dowlais fallende Schlacke aus 40,4 Kieselerde, 38,4 Kalk, 5,2 Bittererde, 11,2 Thonerde, 3,8 Eisenoxydul und einer Spur Schwefel. Der Sauerstoffgehalt der Kieselerde kommt also dem der übrigen Basen ungefähr gleich. Dem großen Kalkgehalte schreibt er die Reinheit des Eisens von allem Schwefel und somit die gute Beschaffenheit desselben zu. Die analysirte Probe war aus einem Hohofen von Merthyr Tydvil. Andere Schlacken von demselben Ofen, und eine von Dudley gaben nur 2 Prozent Bittererde. Die von ihm analysirten Schlacken von St. Etienne in Frankreich enthielten etwa 1 Proz. Schwefel.

Der Steinkohlenverbrauch auf den Walliser Werken kann pr. Ton Roheisen auf etwa 3 Tons oder 2,1 Tons Koke angeschlagen werden. Dieser Minderverbrauch an Brennmaterial, so wie der niedrige Preis desselben und des Eisenerzes ist der Grund, weßhalb das Walliser Eisen in weit billigeren Preisen als das irgend eines anderen Distriktes in

Digitized by Google

den Handel gebracht werden kann. Die Campagnen dauern hier 5 bis 10 Jahre (?), nach Verlauf welcher Zeit die Oefen nur im Innern neu ausgesetzt werden dürfen. Ja das obere Schachtfutter hält noch weit länger aus, denn es sind Beispiele genug von fast 40jähriger Dauer dieser Futter bekannt.

Eine der wesentlichsten neueren Verbesserungen im Hohofenbetriebe ist die Anwendung heißer Gebläseluft. James Beaumont Neilson, Ingenieur der Glasgower Eisenwerke, machte im Jahre 1827 in einer Schmiede die Beobachtung, daß beim Einschmelzen von schwerflüssigem Roheisen erhitzte Gebläseluft ungleich wirksamer ist, als kalte. Er erhielt im September 1828 ein Patent auf diese Erfindung, in dessen Spezifikation übrigens keine spezielle Beschreibung eines besonderen hiezu dienlichen Apparates gegeben ist. Es heißt darin nur, daß die Luft in einem verschlossenen Behälter durch ein besonderes Feuer, oder auf sonst irgend eine Art erhitzt werden, und so dem Hohofen zugeführt werden müsse; die Oberfläche des Heizapparates für ein Frischfeuer betrage etwa 1260, für einen Kupolofen 10000 Quadratzoll; daß sich also das Patent nicht auf einen besonderen Apparat, sondern im Allgemeinen auf das Prinzip der Anwendung von heißer Gebläseluft in der Eisenverarbeitung beziehe.

Daß überall, wo ein Feuer durch ein Gebläse angefacht wird, die Hitze desselben durch den kalten Luftstrom leiden müsse, liegt auf der Hand. Denken wir uns also zwei Hohöfen, deren einer mit heißer, der andere mit kalter Luft gespeiset würde, so würde in beiden in gleicher Zeit auch dieselbe Menge Brennmaterial verbrennen, und eine gleiche Menge Wärme entwickelt werden, dennoch aber die Temperatur des mit heißer Luft gespeiseten Ofens höher steigen als die des anderen.

Auch würde man keineswegs etwa durch Vermehrung der Menge der zuströmenden kalten Luft eine erhebliche Erhöhung der Temperatur erzielen. Bei vermehrtem Luftquantum wird eine größere Menge der Koke verbrannt, und eine größere Wärmemenge aber kein höherer Wärmegrad erzeugt. Es wird ein größerer Raum in Hitze gesetzt, aber keine intensivere Hitze an jedem einzelnen Punkte hervorgebracht.

Daß übrigens unter sonst gleichen Umständen ein kleines Feuer nicht zu demselben Hitzgrade steigen kann, wie ein großes, ist klar, weil bei dem Ersteren ein verhältnißmäßig größerer Wärmeverlust durch die umgebenden Wände Statt findet.

Um den außerordentlichen Effekt zu erklären, welchen die, durch Erhitzung der Gebläseluft gesteigerte Temperatur hervorbringt, muß man sich erinnern, daß häufig schon wenige Grade hinreichen, um den Zustand eines schmelzbaren Körpers wesentlich abzuändern, oder die bei niederer Temperatur schlafenden Verwandtschaftskräfte in Thätigkeit zu setzen. Wasser z. B. ist bei 1° über 0 flüssig, bei 1° unter 0 ein fester Körper; und so hat ein jeder schmelzbarer Körper seinen bestimmten Schmelzpunkt, den er nur um wenige Grade zu übersteigen braucht, um völlig flüssig zu sein, während er auf dem Schmelzpunkte selbst vielleicht nur eine weiche oder teigige Beschaffenheit annimmt. Dasselbe gilt für das Spiel der chemischen Verwandtschaft. Kohle z. B. reduzirt die meisten Metalloxyde, aber erst bei einer bestimmten Temperatur. Unter dieser findet oft gar keine Wirkung Statt; wenige Grade darüber ist sie lebhaft und vollständig.

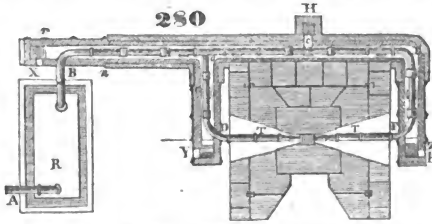
Die Anwendung heißer Gebläseluft hat innerhalb 7 Jahren eine solche Ausdehnung erfahren, daß manche Eisenwerkbesitzer ihr wöchentliches Produktionsquantum um 50 Prozent haben steigern können, und dabei eine Ersparung von fast ebensoviel Prozent in den Schmelzkosten gemacht, und selbst in vielen Fällen ein besseres Eisen erzielt haben.

Die Einrichtungen zum Erhitzen der Gebläseluft sind in den Figuren 278 und 280 bis 283 dargestellt. 278 ist ein vertikaler Durchschnitt des Hohofens und des Heizapparates in der durch die beiden Blasformen

Digitized by Google

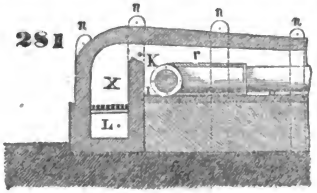
gehenden Ebene; 280 ein horizontaler Durchschnitt in der durch die Zahlen 1, 2 angedeuteten Höhe in der Fig. 278. Das nicht mit abgebildete Gebläse treibt die Luft durch die Röhre A in den Regulator R, aus welchem

280



sie durch die Röhre B wieder ausströmt, welche bei C sich in die beiden Arme C D und C E F theilt, die in die Düsen T, T auslaufen. Diese Röhren liegen in langen, ziemlich engen Kanälen, die sich bei X, Y, Z in drei kleine Flammöfen endigen, und dadurch erhitzt werden. H ist der für alle drei Oefen gemeinschaftliche Schornstein. Zu Fig. 281 ist einer

281

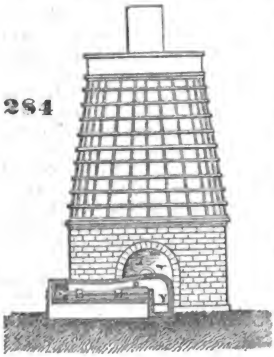


282

283

der kleinen Flammöfen, nämlich der bei X befindliche, in dreifach vergrößertem Maßstabe abgebildet (s. übrigens auch den äußern Aufriß des Hochofens Fig. 284). Das auf dem Rost L brennende Feuer nimmt seinen Weg über die Feuerbrücke I K und gelangt, nachdem es den größten Theil seiner Wärme an die Gebläseröhre abgesetzt hat, in den Schornstein. Bis auf 13 Fuß Länge (einschließlich des Feuerraumes) ist der Ofen an beiden Seiten mit gegossenen Eisenplatten belegt, die durch 4 vertikale Ständer nnnn (Fig. 278 und 281) an jeder Seite verbunden sind. Die oberen Enden der Ständer sind durch vier Querriegel in Verbindung gesetzt. Jenseits dieser 13füßigen Längen ist die Außenseite des Kanales, von welchen die Fig. 282 einen Querschnitt zeigt, ganz aus Mauerwerk konstruirt. Die Breite der Oefen beträgt nur 3 Fuß, die Höhe etwa 30 Zoll.

284



Die Entfernung des Feuerraumes X von dem Schornstein H ist 43½ Fuß, die von Y bis zum Punkte C 13 Fuß, und die von Z bis zum Schornstein 29 Fuß. An ihrem Anfangspunkte bei B hat die Röhre 18 Zoll äußeren Durchmesser und 1 Zoll Metalldicke, nimmt aber gegen den Punkt C etwas an Weite ab. Die beiden

Digitized by Google

Schenkel C D und E F haben nur 11 Zoll Durchmesser und ¾ Zoll Metallstärke. Die ganze Röhrenleitung besteht aus einzelnen 5 Fuß langen Stücken, die theils auf gewöhnliche Art, theils auch mittelst übergeschobener Büchsen verbunden sind, so daß sie die nöthige Freiheit haben, sich den Temperaturänderungen gemäß zu verlängern oder zu verkürzen, ohne dem Mauerwerk zu schaden. Die Röhren selbst liegen auf Rollen, die sich auf gußeisernen Platten am Boden des Feuerkanals bewegen können. (M. s. Fig. 282, wo U die Röhre, S die Platte und G die doppeltkegelförmige Walze ist. Fig. 283 zeigt die Zusammensetzung der einzelnen Röhrenstücke deutlicher. Ein jedes ist mit einem erweiterten, sehr genau zylindrisch ausgebohrten Ansatze oder Muffe V versehen, in welchen das Ende M des nächst vorhergehenden Röhrenstückes U genau und möglichst luftdicht einpaßt, so jedoch, daß eine Verschiebung, wie beim Ausziehen und Einschieben eines Fernrohrs, möglich ist. Die Düsen T, T sind an ihren hinteren Enden äußerlich genau zylindrisch abgedreht, und passen mit diesen Enden in die zylindrisch ausgebohrten Enden der Röhrenleitung, in denen sie, wie die Kolben einer Pumpe, verschiebbar sind, und sich mithin genau bis zu der gehörigen Weite in die Blasformen hineinbringen lassen.

Zur Beobachtung der Temperatur des Windes sind die beiden nach den Düsen führenden Röhrenschenkel mit kleinen Seitenöffnungen versehen, die durch Hähne geschlossen sind. Bei der Probe öffnet man die Hähne, und hält einen dünnen Bleidrath davor. Kommt er rasch zum Schmelzen, so ist die Hitze genügend, widrigenfalls muß das Feuer in den Oefen verstärkt werden. Die Düsen haben an ihrer vorderen Mündung 2 Zoll im Durchmesser. In der Nähe der Feuerbrücken befinden sich die Röhren stets in Kirschrothglühhitze; brennen sie hier mit der Zeit durch, so deckt man sie mit feuerfestem Thon, wie bei r, Fig. 281. Beim Durchgange durch die so glühenden Röhren nimmt die Luft eine Temperatur von 360° C an, die der des siedenden Queckſilbers ganz nahe kommt.

Das Zylinder-Gebläse zu diesem Apparate wird durch ein Wasserrad von 22 Pferdekräften getrieben. Die doppeltwirkenden Kolben haben 4 Fuß Durchmesser und 3½ Fuß Hub; und treiben pr. Minute 1200 Kubikfuß Luft aus, mithin erhält jede Düse 600. Der Druck der Luft beträgt 2 bis 2¼ Zoll Queckſilberhöhe, während er früher bei kalter Luft 3½ Zoll betrug. Die Eisenausbeute, die dieser Hohofen liefert, beläuft sich auf 5¼ Tons pr. Tag. Auf jeden Zentner Roheisen werden 1¼ Ztr. Kokes, also täglich 7 Tons, verbrannt.

Zum Heißen der 3 Oefen für die heiße Luft sind auf die 100 Pfund Gußeisen, 30 Pfund Steinkohlenklein, die etwa 15 Pfund Koke entsprechen würden, erforderlich, so daß mithin im Ganzen auf die Tonne Eisen 1¼ Tonnen Koke gerechnet werden können.

Derselbe Ofen, mit denselben Erzen beschickt, gab früher mit kalter Gebläseluft von demselben Druck täglich nur 3¼ Tons Eisen mit 2,55 Tons Koke auf die Tonne Eisen. Die Anwendung heißer Gebläseluft gewährt mithin in derselben Zeit eine Mehrausbeute von 50 Prozent, und eine Kohlenersparung von 41 Proz.

Statt die Gebläseluft mittelst besonderer Oefen zu heißen, ist auf den Staffordshire-Werken die Erhitzung durch die Gichtflamme eingeführt. Der Heizapparat besteht aus zwei großen, gleichhohen gußeisernen Zylindern, von denen der eine innerhalb des andern angebracht ist, so daß zwischen beiden ein Zwischenraum von 16 Zoll Breite bleibt, der oben und unten durch ringförmige Platten geschlossen ist. Der innere Zylinder ist also ganz offen und bildet, indem der ganze Apparat auf die Gicht des Ofens aufgesetzt wird, die Esse zum Hindurchschlagen der Gichtflamme. Quer durch den inneren Raum des mittleren Zylinders laufen 9 Reihen eiserner Röhren, jede zu drei Stück, welche eine entsprechende Anzahl einzelner Abtheilungen des ringförmi-

Digitized by Google

gen Behälters verbinden, so daß die an dem oberen Ende desselben durch eine vertikal an dem Ofen hinauflaufende Röhre einströmende Gebläseluft neunmal nach einander quer durch die Gichtflamme geleitet wird, und endlich, erhitzt, aus dem unteren Ende des Apparates wieder austritt, worauf sie durch zwei, in den Ofen, und zwar in der Nähe des Schachtes, eingemauerte Röhren wieder herabsteigt, und nun in die Düsen gelangt.

Zum Aufgeben der Erze und Kohlen ist unterhalb dieses Wärmapparates eine Thür vorhanden. Ob inzwischen diese Vorrichtung zur Erreichung des größtmöglichen Nutzeffektes von der Gichtflamme ganz geeignet ist, wird nicht ohne Grund auch von unserem Autor in Zweifel gezogen.

Im Jahre 1836 fand der Dr. Ure Gelegenheit, die Eisenwerke in Codner Park und Butterly in Derbyshire zu besuchen, die den HH. Jessop & Comp. gehören, auf welchen sowohl gegossene Eisenwaaren als auch Stabeisen produzirt wird und theilt darüber die folgenden Bemerkungen mit: Im Jahre 1829 waren bei kalter Gebläseluft in jedem der Hohöfen von Codner Park wöchentlich 29 Tons Gußeisen produzirt. Zu jeder Ton Eisen waren die Kokes von 6,82 Tons Steinkohlen, ferner 2,64 Tons geröstetes Erz (thoniger Sphärosiderit) und 0,87 Ton Kalkstein erforderlich. In den Jahren 1835 und 1836 erfolgten von jedem derselben Oefen bei heißer Gebläseluft 49 Tons Eisen, und jede Ton erforderte nur 3 Tons Steinkohlen (die unverkokt aufgegeben wurden) 2,72 Tons Erz und 0,77 Ton Kalkstein. Das Verkoken der Steinkohlen hate früher 6 ßl. pr. Ton Steinkohlen gekostet, so daß also 6,82 Tons Steinkohlen zum bloßen Verkoken über 40 ßl. kosteten.

Durch Einführung der heißen Gebläseluft sind also einmal diese 40 ßl.; zweitens über die Hälfte der Steinkohlen erspart, und drittens die wöchentliche Ausbeute an Eisen um fast 60 Prozent erhöhet worden. Der Patentträger erhielt pr. Ton Eisen 1 ßl. Vergütung, und doch warf das neue Verfahren einen reinen Gewinn von 30 bis 40 ßl. pr. Ton Eisen ab.

Eine sehr interessante Zusammenstellung der durch heiße Gebläseluft erzeugten Resultate ist von Dufrénoy gegeben, der sämmtliche englischen Eisenwerke, auf welchen das neue Verfahren eingeführt ist, besucht hat. Er berichtet darüber Folgendes:

„Auf den Clyde-Eisenwerken bei Glasgow wurden im Jahre 1829 bei kalter Gebläseluft pr. Ton Eisen verbraucht:

Zum Schmelzen 3 Tons Koke, entsprechend

	7 Tons	13 Ztr.	0 Pfd.	Steinkohle
Zum Betrieb des Gebläses	1 „	0 „	7 „	„
Summa	8 „	13 „	7 „	„
Ferner Kalkstein . .	0 „	10½ „	0 „	„

Im Jahre 1831 mit heißer Gebläseluft von 232° C, und Anwendung von Kokes war der Gebrauch.

Zum Schmelzen 1 Tons 18 Ztr. Koke, entsprechend

	4 Tons	6 Ztr.	0	Steinkohle.
Zum Erhitzen der Luft . .	0 „	5 „	0	„
Zum Betrieb des Gebläses .	0 „	7 „	4	„
	4 „	18 „	4	„
Kalkstein	0 „	9 „	0	„

Im Jahre 1833 beim Schmelzen mit heißer Luft von 322° C und roher, unverkokter Steinkohle ergaben sich:

Zum Schmelzen . . .	2 „	0 „	0	„
Zum Erhitzen der Luft . .	0 „	8 „	0	„
Zum Betrieb des Gebläses .	0 „	11 „	2	„
Summa	2 „	19 „	2	„
Kalkstein . . .	0 „	7 „	0	„

Digitized by Google

„Die tägliche Produktion der Oefen hatte dabei um mehr als ¼ zugenommen, und also eine bedeutende Ersparung an Arbeitslohn gestattet; dabei war in der Menge der nöthigen Gebläseluft eine merkliche Verminderung eingetreten, denn ein Dampfgebläse von 17 Pferdekräften, das im Jahr 1829 nur drei Hochöfen versah, reicht jetzt zu vier Oefen hin."

„Vergleicht man diese Resultate unter einander, so ergibt sich, daß die Ersparung an Brennmaterial mit der Temperatur der Gebläseluft ungefähr in geradem Verhältnisse steht. Die gegenwärtige Ersparung unterliegt freilich auf allen Eisenwerken kleinen Schwankungen, je nach der Beschaffenheit der Steinkohle, und der auf den Schmelzproceß verwandten Sorgfalt."

„Ungeachtet diese Schmelzmethode in den Eisenwerken um Glasgow (die sie von dem sicheren Verderben gerettet hat) nun schon seit vier Jahren im Betrieb ist, so hat sie sich doch noch kaum über Schottland hinaus verbreitet. Die erstaunlichen Vortheile indessen, die sie darbietet, haben schon angefangen, über die alten Vorurtheile zu triumphiren und sich auch in den englischen Eisendistrikten geltend zu machen. In Schottland sind bereits 21 Eisenwerke mit 67 Hohöfen, die mit heißer Luft arbeiten. Das aus ihnen erfolgende Roheisen ist gewöhnlich von der allerdunkelstgrauen Sorte Nro. 1. und eignet sich zu den feinsten Gußarbeiten. Aber auch zur Erzeugung von Roheisen behuf der Stabeisenfabrikation ist heiße Luft sehr wohl anwendbar, indem es, um das zum Stabeisen brauchbare hellgraue Eisen darzustellen, sich nur darum handelt, ein anderes Verhältniß von Kohle und Erz in Anwendung zu bringen. In den Tyne-Eisenwerken bei Newcastle wird alles Stabeisen aus, mit heißer Luft erblasenem Roheisen dargestellt."

„An der Seite der zur Düse führenden Röhre ist eine kleine Oeffnung angebracht, um in jedem Augenblick die Hitze der Luft untersuchen zu können. Es ist dies eine sehr nöthige Vorsichtsmaßregel, weil das Gelingen der Arbeit wesentlich von der Gleichmäßigkeit der Temperatur der erhitzten Luft abhängt. Diese wird, wie schon vorhin gesagt auf 322° gebracht, also um einige Grade höher, als die Schmelzhitze des Bleies beträgt."

„Auf den Eisenwerken von Calder hat sich der Kohlenverbrauch in dem Verhältniß von 7 Tons 17 Ztr. zu 2 Tons 2 Ztr. vermindert. Auch im Kalksteinverbrauch ist eine Ersparung eingetreten, indem gegenwärtig 5½ Zentner dasselbe leisten, wie im Jahre 1828 ihrer 13. Diese außerordentliche Ersparung hat in nichts weiterem seinen Grund, als in der hohen Temperatur, die sich in dem Schachte, namentlich dem Gestell des Ofens, einstellt. Das erforderliche Luftquantum hat sich von 3500 auf 2627 Kub. Fuß pr. Minute vermindert, und selbst die Pressung dieser geringeren Luftmenge kann in dem Verhältnisse von 2¾ gegen 3¼ Pfund auf den Quadratzoll schwächer genommen werden."

Ueber das englische Frischverfahren d. h. die Umwandlung des Gußeisens in Stabeisen. Die hiebei vorkommenden Arbeiten zerfallen in drei Hauptoperationen. 1. das Affiniren des Roheisens, 2. das Puddeln, 3. das Zängen und Auswalzen des gepuddelten Eisens.

1. Das Affiniren geschieht in eignen Oefen oder Herden, den sogenannten Affinirfeuern, die aus einem etwa 8 Fuß im Quadrat haltenden, nur wenig über der Hüttensohle erhabenen Mauerwerk bestehen, in dessen Mitte der 2¼ Fuß tiefe, gewöhnlich rektanguläre, 3 Fuß lange und 2 Fuß breite Herd sich befindet, der an drei Seiten durch kastenförmige hohle gußeisernen Wände, die mittelst durchfließenden Wassers kühl gehalten werden, eingeschlossen ist. Die vierte Seitenwand, durch welche das Eisen abgestochen wird, besteht aus einer einfachen Eisenplatte. Durch den einen der längeren hohlen Seitenkasten gehen die zwei oder drei Blasformen hindurch, die der Breite nach so

Digitized by Google

liegen müssen, daß sie die Länge des Herdes in gleiche Theile theilen. An der Formseite erhebt sich auf der Umfassungsmauer eine einfache gemauerte Rückwand, während die drei übrigen Seiten mit eisenblechernen Thüren umgeben sind. Auf den vier Ecken der Herdmauer stehen eiserne Pfeiler, die eine 15 bis 18 Fuß hohe Esse tragen, deren unterer Rauchmantel 4 Fuß von dem Herdrande absteht, so daß die Arbeiter nach Oeffnung der Thüren zu dem geschmolzenen Eisen hinzukommen und dieses bearbeiten können.

Die Menge der zu einem Affinirfeuer erforderlichen Gebläseluft ist nicht unbedeutend, und beträgt pr. Minute an 400 Kub. Fuß, also etwa $\frac{1}{4}$ von der zum Betrieb eines Hohofens nöthigen. Dabei kommt es wesentlich auf die Richtung des Luftstromes an, der am besten unter einem Winkel von 25 bis 30° auf die horizontale Oberfläche des schmelzenden Eisens auftrifft. Oft liegen in jeder Blasform zwei Düsen, wodurch eine mehr gleichförmige Wirkung erzielt wird, zumal wenn der Wind unmittelbar aus dem Gebläse ohne Regulator dem Feuer zugeführt wird. Die Herdfläche, auf welcher das Eisen eingeschmolzen wird, wird aus fettem Sand gebildet. Man füllt bei der Arbeit zuerst den ganzen Herd mit Kokes an, und legt 6 Flossen (pigs) d. h. etwa 100 Pfund schwere, in muldenförmige Formen gegossene Stücke Roheisen dergestalt horizontal auf sie auf, daß vier den vier Seiten des Herdes parallel, und zwei in der Mitte quer über jene zu liegen kommen, worauf man sie mit einem Haufen Kokes bedeckt. Das Feuer wird nun in Gang gebracht und nach Verlauf einer Viertelstunde das Gebläse angelassen, worauf das Eisen allmählig zum Fluß kommt und sich auf dem Sandbette des Herdes ansammelt. Hiebei werden die Kokes in dem Maße, wie sie verbrennen, stets durch neue ersetzt, und auch von Zeit zu Zeit neues Eisen aufgegeben, bis zur Gesammtmenge von 2 bis $2\frac{1}{2}$ Tons.

Das herabgeschmolzene Eisen darf aber nicht aufgebrochen oder gerührt werden, wie dies bei der eigentlichen Frischarbeit geschieht, sondern man hat nur darauf zu sehen, die Temperatur stets auf dem richtigen Puncte, und das geschmolzene Eisen flüssig zu erhalten. Man bemerkt hiebei eine eigenthümliche, gleichsam wallende Bewegung der Kokes, die zum Theil von dem heftigen Luftstrom des Gebläses, zum Theil wohl auch von einer in dem Metalle vor sich gehenden Entwicklung von Kohlenoxydgas herrührt. Wenn nach Verlauf von etwa 2 oder $2\frac{1}{2}$ Stunden alles Eisen eingeschmolzen ist, wird es abgestochen, und fließt nun nebst den Schlacken in eine vor dem Stich befindliche, von unten durch kaltes Wasser abgekühlte und mit Lehmbrei bestrichene, flache eiserne Form von 10 Fuß Länge, 3 Fuß Breite und 2 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll Eisenstärke.

Der Zweck dieser ganzen Operation ist ein doppelter; 1. das Roheisen durch das Umschmelzen unter Einwirkung der Gebläseluft theilweise zu entkohlen, und 2. es plötzlich zu kühlen, zu welchem Ende man es sogleich nach dem Ausfließen auf die kalte Platte, durch Begießen mit vielem kalten Wasser auch von oben zu kühlen sucht. Das hiedurch erhaltene Feinmetall ist sehr weiß und von fasrigstrahligem Gefüge, zuweilen zellig, mit vielen kleinen runden Blasenräumen, ungefähr wie zersetzter Mandelstein. Bei schlechter Beschaffenheit des Roheisens setzt man beim Affiniren wohl etwas Kalkstein zu.

Berthier hat die beim Affiniren fallenden Schlacken analysirt und in drei Proben folgende Bestandtheile gefunden:

	Kieselerde,	Eisenoxydul,	Thonerde,	Phosphorsäure.
Nro. 1. von Dudley.	0,276	0,612	0,040	0,072
„ 2. von Dowlais.	0,368	0,610	0,015	0
„ 3. von Dowlais.	0,424	0,520	0,033	0

Der Phosphorsäuregehalt der ersten Probe zeigt sehr deutlich, wie das Affiniren auch eine Reinigung des Roheisens zur Folge hat. Der

Digitized by Google

Abbrand beim Feinmachen beträgt etwa 12 bis 17 Proz., der Verbrauch an Kokes auf die Ton Eisen etwa 4 bis 5 Zentner.

Das Feinmetall wird nun zerschlagen, gewogen und dem Puddelofen übergeben. In einem gewöhnlichen Affinirfeuer können täglich 10 Tons Eisen feingemacht werden, also etwas mehr, als ein Hohofen liefert, dafür aber ruhen die ersteren am Sonntage, während die Hohöfen ununterbrochen fortarbeiten, so daß dennoch beide ganz gleichen Schritt mit einander halten.

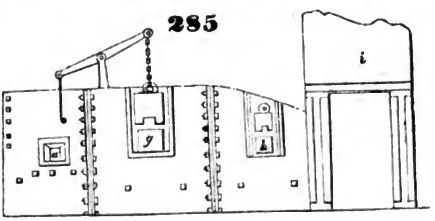
So große Sorgfalt aber auch auf die Affinirarbeit bei Kokesfeuerung verwandt wird, so fällt doch das Stabeisen nie so gut aus, als bei Holzkohlenfeuerung, daher denn auch bei dem zur Weißblechfabrikation bestimmten Eisen auf einem Eisenwerk in Wales mit Holzkohlen gefrischt wird.

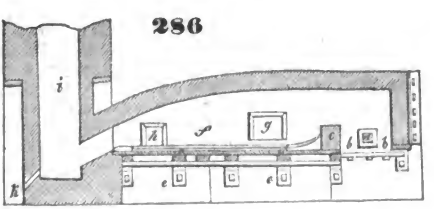
Der Grund übrigens, weßhalb sich weißes Gußeisen, sey es auch durch plötzliches Abschrecken aus grauem entstanden, besser zur demnächstigen Umwandlung in Stabeisen eignet, liegt darin, daß es frei von eingesprengten Graphitblättchen ist, die das graue Roheisen in einem Zustande von feinster Zertheilung enthält.

Wollte man nämlich ein mit Graphitblättchen durchsetztes Eisen dem, gleich näher zu beschreibenden Puddelprozeß unterwerfen, wobei es nicht zum Fluß kommen darf, so würde es fast unmöglich sein, diese Graphitblättchen vollständig zu verbrennen, sie würden theilweise in dem Stabeisen zurück bleiben und den vollständigen Zusammenhang der Theile unterbrechen, während ein geringer Rückhalt an Kohlenstoff in chemisch gebundenem Zustande wie er beim Verfrischen von weißem Roheisen zurückbleiben kann, weit weniger nachtheilig auf die Beschaffenheit des Stabeisens einwirkt. Endlich wird beim Feinmachen auch schon ein Antheil Kiesel und Mangan verbrannt und geht so in die Schlacke über.

2. Operation. Das Puddeln.

Der hierzu dienende Flammofen ist in Fig. 285. 286 und 287 im Aufriß vertikalen und horizontalen Durchschnitt dargestellt. Der zur Auf-

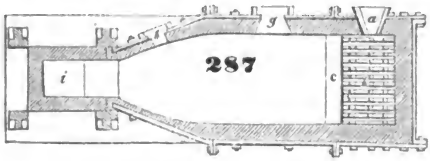




nahme des Eisens bestimmte Herd f besteht aus einer mit Sand oder zerkleinerter Schlacke bedeckten, aus mehreren Theilen zusammenge-

Digitized by Google

setzten Gußeisenplatte dd, die wiederum auf eisernen Querbalken ee ruht. bb der Rost, c die Feuerbrücke. Das Schürloch a dient zum Aufgeben der Steinkohlen, g ist das Hauptarbeitsloch das durch die,



an einem Hebel hängende Fallthüre geschlossen werden kann. h ein zweites, ebenfalls durch eine Fallthüre verschließbares Arbeitsloch, das zugleich zum Einbringen des Feineisens dient. der Schornstein, von etwa 50 Fuß Höhe; k Oeffnung zum Abfluß der Schlacke. Der Puddelofen ist äußerlich ganz mit gußeisernen Platten bekleidet, die nicht nur unter einander, sondern auch mit vertikalen eisernen Pfeilern fest verbunden sind, die sich äußerlich an die Seitenmauern des Ofens anlehnen, und auch dazu dienen, mittelst eiserner Querbalken das obere Ofengewölbe zu tragen.

Statt der in der Figur angedeuteten Herdplatte, die mitunter auch aus einem Stück besteht, und dann eine wenig muldenförmig gebogene Gestalt erhält, zweckmäßiger jedoch, besonders der leichteren Reparatur wegen, wie schon erwähnt, aus mehreren Theilen zusammengesetzt wird, hat man auch wohl Herde aus feuerfesten Steinen, die auf der hohen Kante stehend, eine schwach konkave Fläche bilden. Die eisernen Herde sind jedoch vorzuziehen, und kommen immer allgemeiner in Aufnahme. Die Länge des Herdes beträgt gewöhnlich 6 Fuß, die Breite dagegen differirt nach der Entfernung von dem Feuerraum, und ist auch in verschiednen Oefen abweichend. Entweder die Seitenwände laufen, wie die Figur zeigt, parallel in 4 Fuß Entfernung von einander bis auf etwa ⅔ ihrer Länge fort, wo sie dann konvergirend sich bis zum Fuchse fort erstrecken, oder aber die Breite an der Feuerbrücke beträgt nur 2 Fuß 10 Zoll, erweitert sich von hieraus bis auf 4 Fuß, und zieht sich nach hinten wieder auf 2 Fuß zusammen.

Die Feuerbrücke hat gewöhnlich eine Breite von 10, eine Höhe von 3 bis 5 Zoll. An der Hinterseite des Herdes befindet sich eine zweite Brücke von 2½ Zoll Höhe, der Altar, die dazu bestimmt ist, das Herabfallen des halbflüssigen Eisens in den Schornstein zu verhindern. Jenseit dieser Brücke bildet der Herd eine zur Erleichterung des Abflusses der Schlacke schräg geneigte Ebene. Damit aber die Schlacke auf diesem Wege bis zur Abflußöffnung nicht erstarren könne, neigt sich auch das Gewölbe hier stark abwärts, wodurch die Flamme gezwungen wird, sich hier zu konzentriren, und nahe über der Oberfläche der Schlacke abzuziehen. Nicht selten befindet sich an dem unteren Ende des Schornsteines ein kleiner Nebenofen zum Zweck, theils die Schlacke noch mehr zu erwärmen, theils den Rauch zu verbrennen, theils endlich den Zug des Ofens zu verstärken. Sollte die Schlacke aus dem engen Abflußkanal nicht gehörig abfließen, so muß sie mit Haken herausgezogen werden.

Der Schornstein hat im Lichten 14 bis 16 Zoll im Quadrat, ist aber gewöhnlich doppelt, so daß er zwei getrennte Züge, für zwei neben einander liegende Puddelöfen enthält. Die Höhe des Herdes über der Hüttensohle betragt 3 Fuß; die Entfernung des, in einfacher Steindicke ausgeführten Gewolbes über der Mitte des Herdes 2 Fuß, in der Nähe des Schornsteines dagegen nur 8 Zoll. Dieselbe Höhe hat auch der Fuchs.

Digitized by Google

In den meisten Eisenwerken wird der Herd des Puddelofens mit einer 2½ bis 3 Zoll dicken Schicht von feuerfestem Sand bedeckt, der mit einer Schaufel etwas festgeschlagen wird.

Da bei jeder Operation ein Theil dieses Sandes sich verschlackt, und als Schlacke abfließt, so ist es nöthig, vor jedesmaligem Eintragen von neuem Eisen auch frischen Sand auf den Herd zu bringen. Seit den letzten Jahren jedoch hat man angefangen, den Sand durch zerstoßene Schlacken zu ersetzen, wodurch ein bedeutend geringerer Abbrand an Eisen, und auch Brennmaterialersparung erzielt sein soll.

Die Operation des Puddelns selbst erfordert viel Geschicklichkeit und Sorgfalt von Seiten des Arbeiters. Er bringt nämlich das zerschlagene Feinmetall mit einer Schaufel in den Ofen ein, und thürmt die flachen Stücke pfeilerförmig an den Seiten des Herdes bis fast unter die Wölbung des Ofens aufeinander, wobei die Mitte des Herdes frei bleibt. Die einzelnen Pfeiler oder Stapel müssen so viel wie möglich von einander getrennt bleiben, damit das Eisen von allen Seiten den Zutritt der Luft und der Flamme dargeboten werden. Das Arbeitsloch wird nun mit seiner Fallthür verschlossen, Steinkohle auf den Rost gegeben, und das Schürloch damit zugelegt, dagegen aber die zum bequemen Oeffnen und Verschließen auf der oberen Mündung des Schornsteins angebrachte Klappe geöffnet, so daß der Ofen in volle Gluth kommt. Nach etwa 20 Minuten wird das Eisen weißglühend, und fängt an den hervorragenden Ecken und Kanten zu schmelzen, und auf den Herd herabzutropfen an: so wie dieser Punkt eingetreten ist, öffnet der Arbeiter die kleine, in der Fallthür eigens zu diesem Zwecke ausgesparte Oeffnung, und sucht nun mit einem hakenförmigen Instrumente die Eisenstücke so zu wenden, und je nach dem größeren oder geringeren Hitzgrade so anzuordnen, daß das Eisen, ohne eigentlich zum Schmelzen zu kommen, eine möglichst gleichförmig teigige Beschaffenheit annimmt. Die Hitze muß nun ein wenig gemindert werden, um das Eisen zu verhindern, in Fluß zu kommen, zu welchem Ende die Klappe auf dem Schornstein zugemacht, das Feuer zum Theil von dem Roste entfernt, und nöthigenfalls selbst etwas Wasser auf das halbflüssige Eisen gesprengt wird. Nunmehr beginnt das eigentliche Puddeln. Der Arbeiter sucht nämlich das breiartige Eisen über den Herd auszubreiten, und arbeitet es beständig durch, um stets neue Oberflächen mit der Luft in Berührung zu bringen. Das Eisen schwillt hiebei durch Entwicklung von Kohlenoxydgas auf, das seinerseits, sobald es das Eisen durchbricht, in Gestalt kleiner Flämmchen abbrennt, so daß oft die ganze Eisenmasse in Brand zu stehen scheint. In dem Maße wie das Eisen seinen Kohlengehalt hiebei verliert, nimmt es an Strengflüssigkeit zu, es wird, in der Sprache der Eisenarbeiter, trockner; allmälig vermindert sich die Entwicklung von Kohlenoxydgas, und hört endlich ganz auf. Während dem wird das Eisen beständig durchgearbeitet und umgewandt, bis es fast in ein sandartiges Pulver verwandelt ist. Wenn dieser Punkt erreicht ist, wird das Feuer wieder verstärkt, und die Klappe auf dem Schornstein geöffnet. Bei steigender Temperatur nimmt das Eisen jetzt wieder eine zähe Beschaffenheit an, und backt oder schweißt sich zu einer klümprigen Masse zusammen, wo dann der Prozeß beendigt ist.

Es handelt sich jetzt nur noch darum, das Eisen in größere Klumpen, Ballen, zu vereinigen. Zu dem Ende wird ein Klümpchen, das hiebei gleichsam als Kern dient, auf der weichen Masse hin- und hergerollt, so daß es sich durch Anhäufung von Eisen mehr und mehr vergrößert, bis ein Ballen von 60 bis 70 Pfund entstanden ist. Dieser wird nun mit einer, vorher heißgemachten Stange (dolly) nach der heißesten Stelle des Herdes in der Nähe der Feuerbrücke gebracht, um hier noch weicher zu werden, und mit Gewalt zusammengedrückt, damit sich die Schlacke möglichst herausquetsche. Wenn nach ungefähr 20 Minuten alles Eisen in Ballen formirt ist, wird auch das Arbeitsloch geschlossen, damit die Hitze

Digitized by Google

ihren höchsten Punkt erreiche, und die Theile des Eisens sich noch inniger und vollständiger verbinden. Die Ballen werden hierauf einzeln herausgehoben, entweder mit einer Zange, wenn nämlich, wie in Wales, das Zängen oder das erste Verdichten im Walzwerke geschieht; oder mit einer Eisenstange, die man in den Ballen hineinsteckt, und so an ihm befestigt, wenn, wie in Staffordshire, das Zängen unter dem Eisenhammer bewirkt werden soll. Der ganze Prozeß dauert also 2 bis 2½ Stunden, nämlich ½ Stunde zum ersten Erhitzen des Feinmetalles, bis es anfängt zu schmelzen, 1 bis 1½ Stunde zum Puddeln, bis zur sandigen Zertheilung, in welchem Zustande das Eisen etwa ½ Stunde erhalten wird, und endlich 20 Minuten zum Formiren der Ballen.

Etwa 3½ bis 4 Zentner Feineisen kommen zur Zeit in den Puddelofen. Der Abbrand oder vielmehr Verlust an Eisen ist je nach der Geschicklichkeit des Arbeiters sehr verschieden, und beträgt bei geschickter Leitung des Prozesses nicht über 8 bis 10 Prozent, kann aber, wenn sich viel Eisen oxydirt und in die Schlacke übergeht, oder wenn das Eisen im Anfang zu flüssig wird, und in das Sand- oder Schlackenbett des Herdes einschmilzt, viel größer ausfallen. Der Steinkohlenverbrauch beträgt in Wales 1 Ton auf 1 Ton Feinmetall. Um das aus einem Hohofen und dem zugehörigen Raffinirfeuer erfolgende Eisen zu puddeln, sind 5 Puddelofen gewöhnlicher Größe erforderlich.

Der Sand- oder Schlackenherd muß schon 12 Stunden vor Anfang der Arbeit am Montag Morgen angewärmt, am Sonnabend aber nach dem letzten Puddeln durch ein lebhaftes Feuer ganz eingeschmolzen, und als flüssige Schlacke durch den Abzug abgelassen werden.

Der zum Heißmachen des Eisens beim Auswalzen oder Hämmern dienende Glühofen hat ganz dieselbe Einrichtung wie der Puddelofen, nur daß er größer ist.

Nach bewirkter Entkohlung besteht nun noch eine ganz wesentliche Aufgabe darin, das lockere, nur wenig zusammenhängende, außerdem noch viele Schlacke einschließende Eisen einer gewaltsamen Pressung zu unterwerfen, wodurch ein vollständiges Zusammenschweißen der inneren Theilchen erzielt, und zugleich die flüssige Schlacke ausgequetscht wird. Diese Bearbeitung, nebst dem ferneren Ausschmieden zu Stangen, Blech u. s. w., geschieht nun zum Theil, und zwar nach dem älteren Verfahren unter schweren, durch Wasser, oder sonstige Elementarkraft getriebenen Stirnhämmern, oder aber nach der neueren, gegenwärtig besonders in Wales eingeführten Methode, in einem Walzwerk. Hämmer und Walzen nebst den sonstigen damit in Verbindung stehenden Vorrichtungen werden in Staffordshire und überhaupt auf den meisten englischen Eisenwerken durch Dampfmaschinen, oder wo die Lokalität es zuläßt, wie namentlich auf mehreren Walliser Werken, durch Wasserräder in Betrieb gesetzt.

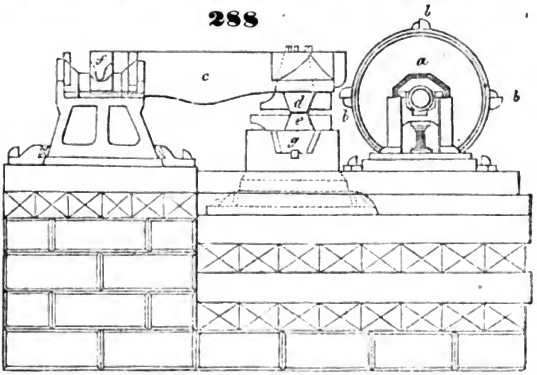
Gewöhnlich ist die Haupt-Triebwelle an beiden Enden mit gezahnten Rädern versehen, die in kleinere Räder eingreifen, und durch diese die Bewegung auf die verschiedenen Mechanismen übertragen. Solcher sind, wo überhaupt noch gehämmert wird, ihrer sechs, nämlich der Hammer, eine große Scheere und vier Systeme von Walzen, indem es nicht zweckmäßig ist, sämmtliche Walzen an einer und derselben Achse anzubringen, weil sie je nach ihrem verschiedenen Durchmesser auch eine verschiedene Drehungsgeschwindigkeit haben müssen. Um möglichst an Zeit und Arbeit zu sparen, wird die Anordnung am besten so getroffen, daß sich der Hammer, das Präparirwalzwerk und die Scheere an der einen, die Stabeisenwalzwerke dagegen auf der anderen Seite der Dampfmaschine befinden, die Puddelofen und ein Schweißofen müssen sich in der Nähe des Hammers und des Präparirwalzwerkes befinden, andere Schweißöfen dagegen an der anderen Seite.

Die Hämmer, Fig. 288, sind etwa 10 Fuß lang, ganz aus Gußeisen, und bestehen aus zwei Theilen, dem Helm c und dem Kopf d, der mit

Digitized by Google

seiner starken Angel in einer entsprechenden Oeffnung des Helmes mit eisernen oder hölzernen Keilen befestigt ist. Der Kopf enthält, wie aus der Figur ersichtlich ist, drei verschiedene Bahnen in verschiedenen, je-

288



doch parallelen Ebenen, welche entsprechenden Bahnen des Amboſſes c korrespondiren. Indem die zur Seite der mittleren, am weitesten vorſpringenden Bahnen d, e liegenden Flächen nie zur Berührung gelangen können, ſondern in bestimmter Entfernung von einander bleiben, kann auch, wenn man ſich ihrer zum Ausſchmieden einer Stange bedient, die Verdünnung nicht über dieſe Entfernung fortschreiten, ſo daß es mittelſt dieſer Vorrichtung ein Leichtes iſt, Stäbe von überall gleicher Dicke herzuſtellen. Das hintere Ende des Helmes ruht mit den Zapfen f in zwei Lagern des eiſernen Hammergerüſtes, während die Däumlinge b der Daumenwelle a unter das vordere Ende greifen, und es abwechſelnd heben und wieder fallen laſſen.

Daß ſämmtliche Theile eines ſolchen Hammerwerkes nur bei außerordentlich ſolider Konſtruktion den fortwährenden dröhnenden Erſchütterungen auf die Dauer zu widerſtehen im Stande ſind, iſt leicht begreiflich; ſo hat auf einem Eiſenwerke in Staffordſhire z. B. der, die Däumlinge unterſtützende eiſerne Ring der Daumenwelle, einen inneren Durchmeſſer von 3 Fuß, eine Dicke von 18 Zoll und ein Gewicht von 4 Tons (8000 Pfund); das Gewicht des Hammerkopfes beträgt 8 Zentner, das des Helmes 3½ Tons.

Der Ambos kommt in Form und Gewicht dem Hammerkopf faſt ganz gleich, und ruht mit ſeiner Angel g in dem 4 Tons ſchweren parallelepipediſch geſtalteten Amboßſtock.

Beſonders auf die Untermauerung des ganzen Hammerwerkes kann nicht genug Sorgfalt verwandt werden. Gewöhnlich gibt man dem maſſiven ſteinernen Fundament eine Bedeckung von zwei oder vier ſich kreuzenden, aus feſt aneinander liegenden Balken konſtruirten Balkenlagen, die durch ihre Elaſtizität das Mauerwerk vor der unmittelbaren zerſtörenden Dröhnung der Hammerſchläge ſchützen. In einigen Eiſenwerken bekommt der Ambos einen ſechsfüßigen Würfel von Gußeiſen (von etwa 65000 Pfund) zur Unterlage.

Die Scheere beſteht aus zwei Hebeln, deren einer unverrückbar befeſtigt, der andere dagegen in einer vertikalen Ebene drehbar iſt. Der feſtliegende Theil beſteht aus einer ſtarken, vertikalen, gußeiſernen Platte, die mit ihrem horizontalen Fuße auf einer feſten Grundlage von Holz oder Gußeiſen befeſtigt iſt. Längs ihrem oberen horizontalen

Digitized by Google

Rande ist eine starke geschärfte Stahlklinge mittelst Schraubenbolzen festgemacht. Der bewegliche Arm ist ebenfalls von Gußeisen, und mit einem starken Bolzen versehen, der durch ein Loch in dem festliegenden Theil hindurch geht, und als Drehpunkt dient. Auch dieser Arm enthält eine angeschraubte stählerne Schneide, die beim Auf- und Abbewegen des Armes sich an die des festliegenden Theiles anschließt, und ganz wie bei einer gewöhnlichen Scheere den Schnitt vollführt. Dieser Arm erhält seine Bewegung durch eine exzentrische Scheibe, die mit einem gezahnten Rade auf einer Achse sitzend, ihn abwechselnd hebt und senkt. Die Gewalt einer solchen Scheere ist so groß, daß sie ohne Schwierigkeit halb- bis dreiviertelzöllige Eisenstangen durchzuschneiden vermag.

Eine außerordentlich wichtige Verbesserung der Eisenfabrikation bieten die Walzwerke dar, die gegenwärtig in wenigen Sekunden die Verdichtung und faserige Struktur des Eisens in einem Grade zu Wege bringen, der vor 40 Jahren durch mehrmalige Hitzen und anhaltende Bearbeitung unter dem Hammer nicht so vollständig zu erzielen war. Man kann die Walzwerke in 3 Arten abtheilen: 1. Die Zängewalzen, die ganz die Funktion des Hammers versehen, und dazu dienen, die erste Hauptverdichtung des Eisens und das Auspressen der Schlacke zu bewirken, 2. die Präparirwalzen, mit den vorhergehenden fast übereinstimmend, die zum weiteren Auswalzen des gezängten Eisens dienen, und 3. die Reckwalzen, zum Zusammenschweißen und Auswalzen der nach dem Präpariren zerschnittnen, bündelweise zusammengelegten und im Schweißofen erhitzten Stangen. Solcher Reckwalzen hat man je nach der Gestalt und den Dimensionen der auszuwalzenden Stäbe mehrerlei Arten. Die Dicke der Stangen, wie sie durch das Reckwerk hergestellt werden, variirt zwischen 2 Zoll und ¼ Zoll im Quadrat.

Unterhalb der Walzen ist gewöhnlich eine grabenförmige Vertiefung angebracht, in welcher sich Schlacken und Hammerschlag ansammeln können. Die Seitenwände dieses Grabens werden aus Quadern ausgeführt, und bekommen ein starkes Fundament, um den ungeheueren Gewicht der Walzen und Walzgerüste die nothige Unterstützung darzubieten. Auf einigen Werken dagegen bestehen die Seitenwände des Grabens aus starken hölzernen Balken, auf welchen die Walzgerüste mit Schraubenbolzen befestigt sind. Besser noch, als hölzerne, haben sich gußeiserne Balken bewährt, nicht allein, weil sich die Gerüste fester mit ihnen verbinden lassen, sondern weil sie durch ihre Schwere fester liegen, und den gewaltsamen Erschütterungen beim Walzen weniger nachgeben. Bei der Arbeit selbst werden die Walzen durch aufgeleitetes Wasser stets kühl gehalten.

Das Zängen des gepuddelten Eisen geschieht, wie gesagt zum Theil, so namentlich auf den Eisenwerken in Staffordshire unter dem Hammer, auf anderen dagegen, wie den Walliser Werken, sogleich zwischen Walzen, den Zängewalzen, wo denn also der Hammer ganz entbehrlich ist. Die Zängewalzen sind gewöhnlich mit Einschluß der Zapfen 7 Fuß lang, ohne dieselben 5 Fuß, bei einer Dicke von 18 Zoll und einem Gewicht von 4 bis 4½ Tons. Sie enthalten 5 oder 7 ringförmige Kannelirungen oder vertiefte Furchen von halb elliptischem Querschnitt, aber verschiedner Breite und Tiefe, die von der breitesten bis zur schmalsten in regelmäßiger Progression abnehmen. Zwei solcher Walzen gehören allemal zusammen, deren Kannelirungen genau mit einander korrespondiren, indem die der unteren Walze mit denen der oberen elliptische Oeffnungen einschließen, deren große Achse vertikal, die kleine horizontal liegt.

Die kleine Achse einer solchen Ellipse ist allemal gleich der großen Achse der nächstfolgenden kleineren; beim Auswalzen des Eisens ist es daher nothig, die Stangen, so wie sie von einer Kannelirung in die nächstfolgende engere übergehn, jedesmal um einen rechten Winkel zu drehen, um sie so nach und nach immer dünner auszuwalzen. Nicht selten dienen

Digitized by Google

die Zängewalzen auch zugleich als Präparirwalzen, in welchem Fall sie neben den elliptischen, auch rechteckige Furchen haben. Um das Eisen um so fester zu packen, und zwischen sich hindurch zu führen, sind die gröberen Kannelirungen gewöhnlich rauh gehauen. Genau in der Höhe, in der sich das Eisen beim Hindurchgehen durch die Walzen befindet, sind zu beiden Seiten des Walzwerkes eiserne Platten angebracht, die auf eisernen Schienen ruhen, und den Ballen und Stangen während des Auswalzens zur Unterlage dienen, und zugleich auch die Fragmente von schlecht geschweißtem Eisen aufnehmen, die bei der Arbeit sich ablösen.

Die Gerüste mit den Lagern für die Walzen müssen natürlicher Weise außerordentlich stark konstruirt sein. Ihre Höhe beträgt 5 Fuß, die Stärke der vertikalen Ständer im horizontalen Querschnitt 12 und 10 Zoll. Die obern Enden je zweier Ständer sind durch horizontale Stangen verbunden, die zugleich den Nebenzweck erfüllen, das Zurückbringen des durch die Walzen hindurchgelaufenen Eisens zu erleichtern, indem sich die Arbeiter jener Gerüststangen zum Auflegen ihrer großen Zangen bedienen, mit denen sie das Eisen zurückholen, um es der nächstfolgenden Kannelirung zu übergeben.

Das zuerst mittelst der ovalen Kannelirungen gezängte, und dadurch in kurze, dicke, unregelmäßig viereckige Stangen verwandelte Eisen wird entweder sofort, und noch in derselben Hitze, oder nachdem es im Schweißofen wieder in Schweißhitze versetzt worden, zwischen den Präparirwalzen zu flachen, etwa 4 Zoll breiten, ½ Zoll dicken und etwa 4 Fuß langen Stangen, mill-barrs, ausgewalzt, dann nach dem Abkühlen mit der Scheere in kurze Längen zerschnitten, von diesen eine Portion zu einem Bündel zusammengelegt, durch umgewundenes Band- oder Schneideeisen befestigt, im Schweißofen angewärmt und zwischen den Reckwalzen zugleich geschweißt und zu einer Stange ausgewalzt. Das zu diesem letztbezeichneten Zwecke dienende Walzwerk ist von dem vorhergehenden nur durch die geringeren Dimensionen verschieden, indem die Walzen nur 1 Fuß Durchmesser, und mit Ausschluß der Zapfen 3 Fuß Länge haben. Die Kannelirungen dieser Walzen sind nach dem beabsichtigten Querschnitt der Stangen entweder rund, dreieckig, rectangulär oder bandförmig. Die dreieckigen Kannelirungen dienen zum Auswalzen von quadratischen Stäben, und bilden schwach stumpfwinklig gleichschenklige Dreiecke, so daß mithin die Kannelirungen zweier, aneinander liegender Walzen zusammen einen, nur wenig von einem Quadrat abweichenden Rhombus einschließen, dessen kürzere Diagonale vertikal ist. Sollen dieselben Stangen nach und nach durch mehrere immer enger werdende Kannelirungen dieser Art passiren, so läßt man diese in der Art abnehmen, daß die größere Diagonale der nächstfolgenden mit der kleineren der vorhergehenden Kannelirung übereinstimmt, und wendet die Stangen vor dem jedesmaligen Einbringen in die nächste Kannelirung um einen Winkel von 90°, so daß der Druck abwechselnd bald von dieser, bald von jener Seite Statt findet.

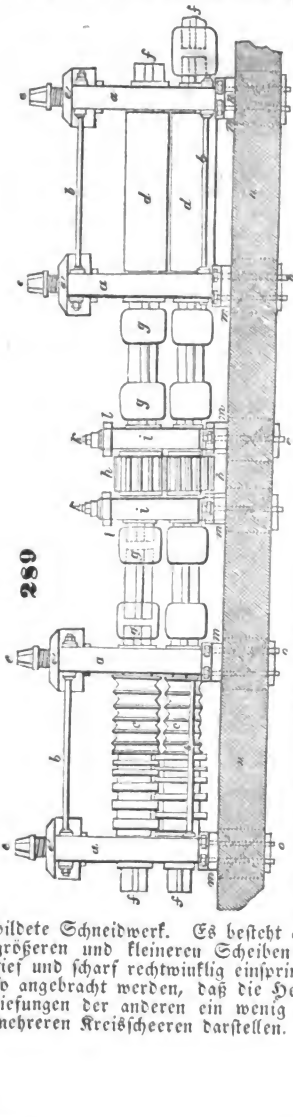
Man läßt auch wohl die Stangen abwechselnd durch dreieckige und rektanguläre Kannelirungen hindurchgehen. Die Abnahme der Tiefe und Breite der aufeinander folgenden Kannelirungen wird im Allgemeinen in dem Verhältniß von 16 : 11 genommen.

Soll das Eisen zu dünnen Stangen ausgereckt werden, so gibt man den Zylindern einen noch geringeren Durchmesser und bringt ihrer drei über einander an, so daß die Untere und die Mittlere zum ersten Zängen und Präpariren, die mittlere und obere aber zum letzten Ausrecken dienen. Durch anderweitig gestaltete Kannelirungen lassen sich begreiflicher Weise vielfache Abänderungen in der Gestalt, d. h. dem Querschnitt, der Stangen, je nachdem sie für spezielle Zwecke erfordert werden, hervorbringen.

Fig. 289 stellt ein Walzwerk mit Zänge-, Präparir- und Blechwalzen

Digitized by Google

dar, die ersteren bei c, die letzteren, die auch zur Anfertigung von Bandeisen gebraucht werden, bei d. aa sind die starken durch die Querstangen bb verbundenen Gerüstständer, die sich zu beiden Seiten der Walzen erheben, und zwischen welchen die Lager für die Zapfen der unteren Walzen fest eingelegt sind, während die oberen Lager mittelst der in den Muttern e'e' laufenden Schrauben ee beliebig höher und niedriger gestellt werden können, um die oberen Walzen in größere oder geringere Entfernung von den unteren zu bringen. ff die, an den vorspringenden Enden behufs der Kuppelung eckigen Walzzapfen. gg Kuppelungshülsen. Die Hauptbetriebswelle wird nur mit den unteren Walzen gekuppelt, diese aber treiben mittelst der gezahnten Räder hh auch die oberen mit um. Die Lager der Räder sind auf ganz ähnliche Weise, wie die der Walzen zwischen Ständern ii, die oberen mittelst der Schrauben kk, die durch die Muttern ll gehen, stellbar. Natürlicher Weise darf die Entfernung der oberen von den unteren Walzen eine gewisse Grenze nicht überschreiten, indem sonst die Räder außer Eingriff kommen würden. Die Sohlplatten m der Ständer sind mit starken Schraubenbolzen oo auf den hölzernen oder besser gußeisernen Schwellen nn befestigt.



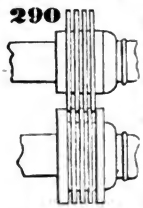
Die Drehungsgeschwindigkeit der Walzen muß, wie schon oben bemerkt, sich nach ihrem Durchmesser richten. So z. B. machen auf einem Eisenwerke die zum Auswalzen von ¼ bis ⅔ Zoll starken Eisenstäben dienenden Walzen 140 Umgänge in der Minute, während die zu Stäben von ½ bis 3 Zoll nur 65 machen. Auf einem anderen Eisenwerke drehen sich die Walzen zu 2zölligen Stangen 95mal, die zu ½ bis 1½zölligen, dagegen 128mal, und endlich die zu ½ bis ⅔zölligen Stabeisen gar 150mal in der Minute. Die Zängewalzen geben weit langsamer um, und machen nur etwa 50 bis 60 Drehungen.

Zur Anfertigung ganz dünner Eisenstangen besonders für die Nagelschmiede, des sogenannten Schneideisens, dient das in Fig. 290 abgebildete Schneidwerk. Es besteht aus zwei, gewöhnlich aus einzelnen größeren und kleineren Scheiben zusammengesetzten Walzen, die daher tief und scharf rechtwinklig einspringende Kannelirungen enthalten, und so angebracht werden, daß die Hervorragungen der einen in die Vertiefungen der anderen ein wenig eingreifen, mithin ein System von mehreren Kreisscheeren darstellen. Bietet man ihnen, während sie sich

Digitized by Google

drehen, eine breite, flache Eisenschiene dar, so zerschneiden sie dieselbe der Länge nach in lauter einzelne Stäbe von der Breite der Kannelirungen.

290



Die Bearbeitung des Eisens, so wie es aus dem Puddelofen kommt, besteht, um sie nochmals zusammen zu fassen, in Folgendem: 1. dem Zängen. Zu diesem Ende zieht ein Arbeiter einen Ballen gepuddeltes Eisen mittelst der angeschweißten Eisenstange aus dem Puddelofen, und bringt ihn zwischen die weitesten elliptischen Kannelirungen der Zängewalzen, die mittelst der oberen Schrauben so weit wie möglich aus einander gerückt sind. So wie er hindurchpassirt ist, empfängt ihn ein zweiter Arbeiter an der anderen Seite der Walzen und reicht ihn dem ersteren wieder zu, der, nachdem er die Schrauben der oberen Walze ein wenig angezogen hat, den Ballen abermals durch dieselbe Kannelirung hindurch gehen läßt. Dieses erste Auswalzen wird, unter stets verminderter Entfernung der Walzen etwa 5- bis 6mal wiederholt, wo denn der Ballen in eine kurze dicke elliptische Stange (bloom) verwandelt ist. Diese läßt man nun durch die zweite, engere, Kannelirung laufen, wodurch sie noch weiter ausgereckt wird. 2. dem Präpariren. Man bringt diese Stangen zwischen die rektangulären Kannelirungen desselben, oder auch eines anderen Walzenpaares, und walzt sie allmälig zu Stangen oder Schienen von 4 Zoll Breite und ½ Zoll Dicke aus.

Bei dieser Zängearbeit trennen sich vielfache, kleinere und größere Stücke von dem Eisen los, die zu beiden Seiten der Zängewalzen herabfallen, und bei dem nächsten Puddeln wieder zu Gute gemacht werden. In Zeit von 1½ Minuten und in einer Hitze werden die rohen Ballen solchergestalt in sehr regelmäßig ausgebildete Stangen verwandelt. Die Schnelligkeit, mit der die ganze Arbeit von Statten geht, ist so groß, daß ein ungeübtes Auge kaum im Stande ist, ihr genau zu folgen.

Eine Dampfmaschine von 30 Pferdekräften vermag in einer Woche 200 Tons Eisen zu zängen.

Das bis soweit fertige Eisen (mill-bar-iron), welches also, wie gesagt, die Form von 4 Zoll breiten und ½ Zoll dicken Schienen hat, ist jedoch noch von so schlechter Beschaffenheit, daß es zu keinem technischen Zwecke verwandt werden kann, und muß daher noch weiter verarbeitet werden. Es folgt nun 3. das Recken, wobei mehrere Stücke auf einander geschweißt und ausgereckt werden.

Die mill-bars werden zu dem Ende mittelst der oben beschriebenen großen Scheere in Stücke von angemessener Länge, etwa 2 Fuß, zerschnitten, aus diesen Stücken Packete gebildet, und diese in dem Schweißofen aufgestapelt. Nach ½ bis ¾ Stunden pflegt die Schweißhitze einzutreten, wo dann die Packete einzeln zwischen die Reckwalzen gebracht und hier zu Stäben von der verlangten Gestalt ausgewalzt werden. Das so erzielte Stabeisen ist von mittlerer Qualität. Zu Zwecken, die ein ganz besonders zähes Eisen erfordern, z. B. zu Ankern, Ketten und d. gl., wird dieselbe Arbeit des Zerschneidens, Aufeinanderschweißens und Auswalzens noch einmal wiederholt.

Der Grund der Verbesserung des Stabeisens durch mehrmalige Wiederholung des Schweißens und Reckens liegt zum Theil darin, daß dabei die, im Inneren noch rückständigen Schlackentheile ausgequetscht werden, und eine vollkommnere Verbindung aller Eisentheile erzielt wird; zum Theil darin, daß durch Vereinigung fehlerhafter Stellen mit gesunden, ein gleichförmigeres Eisen entsteht.

Der Verlust beim Schweißen und Recken beläuft sich auf 8 bis 10 Prozent für dickere, und auf 10 bis 12 Prozent für dünnere Stabeisen. Auf die Tonne Eisen werden im Schweißofen etwa 150 Pfund Steinkohlen verbrannt.

Es ist eine von vielen Sachkennern aufgestellte Behauptung, daß das

Digitized by Google

Eisen besser ausfällt, wenn man die rohen Ballen zuerst unter dem Hammer zängt, als wenn diese Bearbeitung zwischen Walzen vorgenommen wird, weil der Hammer bei der heftigen stoßweisen Wirkung die Schlacke aus der Mitte weit besser ausquetsche, als der mehr sanfte Druck der Walzen. Aus diesem Grunde haben, wie oben erwähnt, viele Eisenwerke das Zängen unter dem Hammer noch beibehalten; die fernere Bearbeitung aber geschieht in England durchaus im Walzwerk.

Das englische Stabeisen ist zwar für die gewöhnlichen Zwecke von hinreichend guter Beschaffenheit; wo es sich jedoch um ein besonders reines und zähes Eisen handelt, ist man in England genöthigt, seine Zuflucht zu fremdem Eisen zu nehmen. So wird namentlich schwedisches und russisches Eisen in großen Quantitäten und zu weit höheren Preisen als dem des englischen Stabeisens, eingeführt. Die besseren Sorten von englischem Gußstahl werden durchgängig aus Dannemora-Eisen fabrizirt.

Ueber die Eisengewinnung auf dem Kontinent.

Die verschiedenen hier üblichen Verfahrungsarten zur Darstellung von Stabeisen können unter zwei Abtheilungen gebracht werden; 1. die Darstellung in Luppenfeuern und in Stückösen, das allerälteste Verfahren, welches in einer Operation sogleich ein zum Theil sehr gutes Stabeisen liefert, und 2. das Frischen des vorher in Hohöfen erblasenen Roheisens in Frischherden.

1) Die Darstellung des Stabeisens in Luppenfeuern, oder die Luppenfrischarbeit besteht darin, das rohe oder wohl vorläufig geröstete Eisenerz in niedrigen Herden, bei Holzkohlenfeuerung einzuschmelzen, wobei das allerdings zuerst entstehende und sich auf dem Boden des Herdes ansammelnde Gußeisen durch die Einwirkung der Gebläseluft theilweise entkohlt wird, also unmittelbar nach seiner Entstehung einem theilweisen Frischprozeß unterliegt, hiebei seinen flüssigen Zustand einbüßt, und daher nicht wie bei der Roheisengewinnung abgestochen, sondern in einem zähen Klumpen (Luppe) aus dem Herde gehoben, und unter dem Hammer gereckt wird.

Man theilt dieses Verfahren nach einigen, obwohl unwesentlichen Unterschieden ein in a, die französische oder katalonische und b, die italienische Luppenfrischarbeit.

Im Allgemeinen finden diese Methoden, deren nähere Beschreibung hier jedenfalls wohl einen Platz verdient, nur bei reineren, reicheren Eisenerzen, wie Magneteisenstein, Rotheisenstein und Spatheisenstein, ihre Anwendung, während sie bei solchen die das Eisenoxyd in inniger Mengung mit erdigen Theilen enthalten, wie z. B. beim Thoneisenstein, der doch gerade eines der meistverbreiteten Eisenerze bildet, nicht wohl ausführbar sind. Wird nämlich reines Eisenoxyd oder Oxydul bei Gegenwart von Kohle rasch einer sehr hohen Temperatur ausgesetzt, so reduzirt es sich, und schmilzt unter Aufnahme von etwas Kohlenstoff zu Roheisen zusammen. War aber das Oxyd mit thonigen, oder anderen kieselhaltigen Verbindungen gemengt, so schmilzt, bevor die Reduktion im Inneren der Stücke vor sich gehen kann, das Eisenoxyd mit der Kieselerde zu einer glasigen Schlacke zusammen, aus welcher nachher, eben der glasigen Beschaffenheit wegen, das Eisen nicht mehr reduzirt werden kann. Es ist daher beim Reduziren des Eisens aus seinen Erzen ein sehr wesentlicher Punkt, die Schmelzung und Schlackenbildung erst nach erfolgter Reduktion eintreten zu lassen. Das einmal reduzirte, metallische Eisen ist dann auch in der größten Hitze nicht mehr im Stande mit den erdigen Theilen sich chemisch zu verbinden, zu verschlacken, sondern gelangt nun für sich zur Schmelzung und sinkt durch seine Schwere auf den Boden des Herdes herab. Hierin nun liegt ein wesentlicher Unterschied zwischen der Eisengewinnung in Hohöfen und in Luppenfeuern. Bei dem Hohofen senkt sich der Eisenstein von der Gicht, wo kaum einmal anfangende Glühhitze herrscht, langsam weiter

Digitized by Google

herab, und gelangt so successive zu einer immer höheren Temperatur. Unter diesen Umständen findet das Eisen hinlängliche Zeit, sich vollständig zu reduziren, bevor es endlich in das Gestell des Ofens gelangt, wo nun Metall und erdige Theile, jedes für sich, zur Schmelzung kommen, und neben dem Eisen eine Schlacke entsteht, die oft nur Spuren von Eisen enthält. In dem niedrigen Luppenfeuer dagegen kommt der aufgegebene Eisenstein sehr schnell in den Schmelzraum, und ist bei Gegenwart von Kieselerde oder Thon schon längst zu einem Eisensilicat geschmolzen, bevor die Reduktion die inneren Theile ergreifen konnte.

Wollte man daher den englischen thonigen Sphärosiderit im Luppenfeuer schmelzen, so würde man wahrscheinlich nichts, als eine sehr eisenhaltige Schlacke statt eines Klumpens Eisen im Herde vorfinden.

a. Französische Luppenfrischarbeit. Das Feuer besteht aus einem flach-viereckigen, mit Eisenplatten ausgesetzten Herde von 21 Zoll Länge, 18½ Zoll Breite und 17 Zoll Tiefe. Die Form liegt 9½ Zoll über der Herdsohle in schräg geneigter Richtung, so daß ihre Achse, verlängert, die gegenüberstehende Herdplatte in der Höhe von 2 Zoll über der Herdsohle treffen würde. Doch ist sie beweglich, damit ihre Neigung je nach dem Fortgange der Arbeit und der Menge des in dem Herde angesammelten Eisens geändert werden könne. Sie wird durch untergelegte Thonklümpchen oft selbst nach einem graduirten Instrument regulirt, eine Sache, die von den Arbeitern als ein großes Geheimniß bewahrt wird. Gewöhnlich liegen die Düsen zweier Blasebälge neben einander in derselben Form. Die untere Herdplatte wird mit einer Schicht von Lehm und Kohlenstaub (brasque) bedeckt.

Das geröstete Erz wird zerstampft, und der feinste Staub davon abgesiebt, um später im Verlauf der Schmelzung zugesetzt zu werden; die Hauptmasse des Gröberen aber an der, dem Gebläse gegenüberliegenden Seite zu einem sattelförmigen Haufen aufgehäuft, und der übrige Raum des Herdes zwischen dem Erzhaufen und der Form mit Holzkohlen gefüllt. Um dem Erzhaufen mehr Festigkeit zu geben, beschlägt man ihn mit Thon und Kohlenklein. Während der ersten zwei Stunden läßt man das Feuer nur langsam angehen, wobei der Arbeiter die Kohlen, so wie sie verbrennen, stets durch neue ersetzt, die er fest in den Herd eindrückt, damit der Erzhaufen nicht zusammen falle. Bei dieser mäßigen Hitze tritt schon eine theilweise Reduktion des Erzes, aber noch keine Schmelzung ein.

Etwa nach Verlauf von zwei Stunden aber läßt man die Bälge mit ihrer vollen Gewalt angehen, um das Erz zum Schmelzen zu bringen. Der Punkt, wo das Erz die zum Einschmelzen geeignete Beschaffenheit erlangt hat, läßt sich theils an der Flamme, theils auch an dem porösen Ansehen des Erzes leicht genug erkennen.

Um alle Theile vollständig zum Fluß zu bringen, sucht der Arbeiter die unteren Parthien des Erzes von der Herdsohle abzulösen und sie der Form gegenüber zu bringen. Nach Verlauf einiger Zeit wird auch das abgesiebte Erzmehl, jedoch, um nicht zu verstäuben, feucht hinzugegeben und über die ganze Oberfläche der Kohlen ausgebreitet. Dieses Mehl soll, außerdem, daß es die Eisenausbeute vermehrt, noch den Zweck haben, den Schlacken den angemessenen Grad von Schmelzbarkeit zu geben. Ist die Schlacke zu leicht und dünnflüssig, so wird dieser Fehler durch den Zusatz des Erzmehles verbessert, hat sie dagegen eine sehr zähe Konsistenz, so darf nur wenig Erzmehl aufgegeben werden. Die Schlacke selbst wird zum Theil durch einen Schlackenabzug (chio) abgelassen. Der ganze Prozeß dauert fünf oder sechs Stunden, worauf der teigige Eisenklumpen aus dem Herde gehoben, und unter den Hammer gebracht wird. Das Eisen, auf diese Art erhalten, ist als eine Mischung von Eisen und Stahl zu betrachten, doch kann man das relative Verhältniß beider nach Belieben abändern; denn wenn sehr reich-

Digitized by Google

lich Erzmehl, das offenbar mit zur Entkohlung des Eisens beiträgt, angewandt und die Form stark geneigt wird, so daß der Wind unter einem größeren Winkel auf die Oberfläche des Eisens trifft, so bildet sich vorzugsweise reines Stabeisen; wird dagegen umgekehrt, bei sparsamem Erzmehlzusatz, die Form mehr horizontal gerichtet, und der ganze Prozeß in die Länge gezogen, so entsteht ein stahlartiges Stabeisen. Das Gewicht der bei einmaligem Schmelzen erfolgenden Luppe beträgt etwa 2 bis 400 Pfund. Der Kohlenverbrauch ist aber sehr groß und beträgt mindestens das Dreifache von dem gewonnenen Eisen, daher die Luppenfrischarbeit, sowohl die jetzt beschriebene französische, als auch die italienische, nur allein in Gegenden mit Vortheil betrieben werden kann, wo auf Kohlenersparung nicht Bedacht genommen werden darf.

Die Ausbeute an Eisen beläuft sich auf etwa 33 Prozent der rohen Erze (Spatheisenstein), so daß mithin, da der Spateisenstein 54 bis 56 Prozent Eisen hält, ein beträchtlicher Verlust eintritt. Beim Verschmelzen von Spatheisenstein in Hohöfen werden etwa 45 Prozent Roheisen ausgebracht, die inzwischen beim nachherigen Verfrischen auch nur etwa 33 Prozent Stabeisen liefern.

b. *Italienische oder korsische Luppenfrischarbeit.* Die Feuer oder Herde haben bei dieser, besonders auf Korsika heimischen Methode die Gestalt halbkreisförmiger, 6 Zoll tiefer, 18 Zoll im Durchmesser haltender Vertiefungen, die sich in einem niedrigen, 8 bis 10 Fuß langen, 5 Fuß breiten Mauerwerk befinden, und mit einer Esse überdeckt sind. Die Form ist 5 bis 6 Zoll oberhalb des Herdes angebracht, und ein wenig abwärts geneigt.

Auf Korsika sowohl, wie in den Küstendistrikten Italiens wird am meisten Elbaer Eisenglanz verschmolzen, der nur sehr wenig Wasser, geringe Beimengungen von Spatheisenstein und etwas Schwefelkies enthält; diese müssen vor der Reduktion durch eine Röstung ausgetrieben werden, wozu jedoch keine besonderen Oefen vorhanden sind, sondern die auch in dem Schmelzherde bewirkt wird; nur daß die ganze Arbeit in zwei getrennte Abtheilungen zerfällt. In der ersten nämlich findet die Röstung einer Portion rohen Erzes, und zugleich die theilweise Reduktion einer zweiten bereits früher gerösteten Statt, in der zweiten Abtheilung dagegen die Verschmelzung; so zwar, daß allemal zu gleicher Zeit sich ein Theil rohes Erz zum Rösten, und das von dem vorhergehenden Prozesse erhaltne geröstete Erz zum Reduziren auf dem Herde befindet, nur daß das Letztere der stärksten, das Erstere einer schwächeren Hitze ausgesetzt wird, worauf dann in einer besonderen zweiten Operation das reduzirte Erz verschmolzen und gefrischt wird.

Man fängt damit an, die Herdsohle und die Umfassungsmauer um den Herd mit einer 3 Zoll dicken Schicht von Lehm und Kohlenstaub zu bekleiden, und rund um den Herd eine ringförmige, 4 oder 5 Zoll hohe Erhöhung aus derselben Masse zu bilden. Nunmehr formirt man in dem Herde zunächst vor der Mündung der Blasform einen halbkreisförmigen hohen Kohlenhaufen von etwa 5 bis 6 Zoll Radius, und umgibt diesen mit einer Lage gerösteten Erzes in etwa nußgroßen Stücken, läßt auf diese wieder eine Lage Kohlen folgen, umgibt diese endlich mit dem zu röstenden rohen Erz, und bedeckt das Ganze mit einer starken Lage Kohlenklein. Die beiden Erzlagen erhalten eine Dicke von etwa 7 Zoll, so daß die Gesammtbeschickung mit den Kohlen einen etwa 24 Zoll im Radius haltenden Haufen bildet, der den nur 6 Zoll tiefen Herd um ein Bedeutendes überragt. Das rohe ungeröstete Erz kommt daher fast ganz außerhalb des Herdes, auf dessen Umgebung zu ruhen, und wird in der Art angeordnet, daß die größeren Stücke zu unterst, die kleineren zu oberst liegen. Ist so weit alles fertig, so zündet man den mittleren Kohlenhaufen an, und läßt das Gebläse (fast allgemein ein Wassertrommelgebläse) angehen. So wie die Kohle in der Mitte des Haufens verbrennt, wird stets neue Kohle aufgegeben, die zu An-

Digitized by Google

fang der Arbeit mit kurzen hölzernen, später bei wachsender Hitze, wo die Arbeiter dem Feuer nicht mehr nahe treten können, mit langen eisernen Stangen möglichst fest niedergedrückt werden muß, damit die Erzlager so lange wie möglich in ihrer konzentrisch zylindrischen Lagerung beharren. Nach drei Stunden pflegt diese erste Arbeit, bei welcher das innere Erz größtentheils reduzirt, das äußere aber geröstet werden soll, beendigt zu sein, was man daran erkennt, daß das Letztere aufhört zu rauchen, das Erstere aber in mehr oder weniger zusammenhängende Klumpen zusammensickert. Das Gebläse wird nun abgestellt, die äußere, jetzt geröstete Erzschichte abgebrochen, behufs der Zerkleinerung für die demnächstige Reduktion von dem Herde geworfen, und nunmehr auch das reduzirte Erz nebst den rückständigen Kohlen und Schlacken aus dem Heerde entfernt.

Diese wird hierauf wieder mit Kohlenstaub und Lehm ausgeschlagen, und an der rechten und linken Seite zwei Haufen Kohlenklein, und zwischen diese zwei oder drei Körbe Kohlen aufgeschüttet. Oben auf diese Kohlen werden einige Klumpen von reduzirtem Erz gelegt, und nunmehr das Gebläse angelassen. Sobald das Erz in Gluth kommt, tritt zwischen den erdigen Beimengungen und dem stets in Menge noch vorhandenen Eisenoxydul eine Wechselwirkung ein, in deren Folge sie sich zu einer ziemlich dünnflüssigen Schlacke vereinigen, die man in Menge herabfließen sieht. Bald fängt auch das reduzirte Eisen an, in Fluß zu gerathen, und sich durch die Kohlen auf den Grund des Herdes herabzubegeben. Man fährt nun mit dem Aufgeben von Erzstücken fort, und läßt die Schlacke, wenn sie sich über dem Eisen in einer starken Schicht angesammelt hat, durch Oeffnung des Schlackenabzuges ablaufen, unterhält aber das Feuer, bis das Eisen durch Einwirkung des Gebläses eine gleichförmig zähteigige Konsistenz angenommen hat, wo es dann in Gestalt eines Klumpens mit starken eisernen Haken aus dem Herde gehoben und unter den Hammer gebracht wird. Ein solcher Schmelzprozeß dauert durchschnittlich $3^1/_4$ Stunden. Das gewonnene Stabeisen ist gewöhnlich von sehr guter Qualität; es ist weich, sehr dehnbar und wenig stahlartig. Vier Arbeiter sind gewöhnlich bei einem Herde beschäftigt. Die Ausbeute ist ziemlich gering, und beläuft sich auf etwa 4 Zentner Eisen gegen 10 Ztr. Erz und 20 Zentner Kohle, mit Buchen- und Kastanienholz gemengt. Es werden also nur 40 Prozent Eisen von dem rohen Erz ausgebracht, so daß mithin, bei dem mittleren Eisengehalt von 65 Prozent, etwa 25 Prozent, d. i. reichlich ein Drittel des Eisens, in die Schlacke übergeht.

Der Unterschied zwischen der Katalonischen und der Italienischen Luppenfrischarbeit besteht also eigentlich nur darin, daß bei der Ersteren das in Rösthaufen geröstete Erz in einer Operation reduzirt, geschmolzen und gefrischt wird, während bei der letzteren ein jedes Stückchen Erz zu drei Malen auf den Herd kommt, einmal um geröstet, das zweite Mal um reduzirt, und das dritte Mal um eingeschmolzen und gefrischt zu werden.

Die Eisengewinnung in **Stückösen** (fourneaux à pièce) stimmt mit der Luppenfrischarbeit im Wesentlichen überein, insofern auch bei ihr das Frischen des Eisens gleich unmittelbar im Schmelzofen vorgenommen, und das Eisen in einem zusammenhängenden Stück aus dem Ofen genommen wird, daher der Name Stückofen.

Es sind dies niedrige Schachtöfen von 10 bis 15 Fuß Höhe, und etwa 3 Fuß innerem Durchmesser. Die Form des Schachtes hat zwar Aehnlichkeit mit der früher beschriebenen der Hohöfen, doch ist der Herd verhältnißmäßig weiter, der Kohlensack dagegen enger, die Unterschiede in der Schachtweite in verschiedenen Höhen sind daher nicht so groß, wie bei dem Hohofen. Der Querschnitt des Schachtes ist gewöhnlich quadratisch, die Blasform etwas geneigt, um den Wind, behufs der Entkohlung, auf die Oberfläche des Eisens zu treiben. Auch ist der Herd, d. h. der Raum unter der Blasform, weniger tief, dagegen aber, wie erwähnt,

Digitized by Google

weiter, um das Eisen in einer mehr flachen, ausgedehnten Schichte dem Winde darzubieten, was beim Hohofen, dessen Bestimmung darin besteht, unentkohltes Roheisen zu liefern, zweckwidrig sein würde.

Da das Eisen nicht flüssig abgestochen, sondern in einem Stück aus dem Herd gehoben werden muß, so erwächst hieraus eine der wesentlichsten Unvollkommenheiten des Stückofenbetriebes: die Nothwendigkeit, um den Eisenklumpen (Guß) herauszubringen, bei dieser, schon an und für sich beschwerlichen Arbeit, die Ofenbrust jedesmal zu öffnen und nach ausgehobenem Guß wieder zu vermauern. Die Arbeit selbst ist folgende: Hat man die Brust mit Mauersteinen und fettem Thon geschlossen, so füllt man den Ofen mit Kohlen, setzt diese von unten in Brand, und läßt das Gebläse an. Hat sich nach einiger Zeit die Kohle bis zur Gicht hinauf entzündet, so fängt man an, das vorher geröstete Erz schichtweise abwechselnd mit Kohle aufzugeben, und fährt, so wie diese Gichten hergehen, mit dem Aufgeben von Erz und Kohlen fort, bis das zu einmaligem Schmelzen bestimmte Erzquantum eingetragen ist. Sobald man bemerkt, daß die ersten Gichten zur Schmelzung gekommen sind, läßt man die über dem Eisen schwimmende Schlacke durch den in der beweglichen Ofenbrust angebrachten Schlackenabzug ab, um das Eisen von der schützenden Schlackendecke zu befreien, und es der Einwirkung der Gebläseluft vollständiger darzubieten. Hat sich das Eisen bis fast zum Niveau der Form angesammelt, die in geringer Höhe über der Herdsohle in die neu gemauerte Ofenbrust eingesetzt wurde, so nimmt man sie heraus, und setzt sie etwas höher wieder ein, bringt auch einen neuen Schlackenabzug in entsprechender Höhe an, und rückt so, in dem Maße, wie sich mehr und mehr Eisen im Herde ansammelt, mit der Form und dem Schlackenabzug weiter aufwärts, bis die letzte Erzgicht zur Schmelzung gelangt ist. Die Bälge werden nun ausgehängt, die Schlacke möglichst abgezogen, die Brustmauer aufgerissen, der Guß mit Haken und Zangen herausgeholt, unter den Hammer gebracht, zu einem 3 bis 4 Zoll dicken Kuchen ausgereckt, in mehrere Stücke zerschrotet, und diese einzeln noch einem nachträglichen Frischprozeß unterworfen. Man bringt sie nämlich auf einem eignen Heerde bei fast horizontal liegender Form zum Schmelzen, indem man sie mit einer großen Zange gerade gegen den Wind in das Feuer einschiebt, und allmälig abschmelzen läßt. Das abgeschmolzene, hiebei dem Winde dargebotene und größtentheils entkohlte Eisen sammelt sich auf dem Herdboden, wird hier durch Berührung mit dem Eisenoxydul der Schlacken noch weiter entkohlt, und kommt nun abermals unter den Hammer, um zu Stabeisen ausgereckt zu werden. Der bei diesem Einschmelzen in der Zange zuletzt verbleibende, also nicht weiter entkohlte Theil wird ebenfalls unter den Hammer gebracht, und als Stahl in Stangen ausgeschmiedet.

Die Eisengewinnung in Stückösen war früher besonders in Steiermark und Kärnthen in Gebrauch, ist aber gegenwärtig des großen Kohlenaufganges wegen fast ganz abgekommen, und nur noch auf einigen ungarischen Werken beibehalten. Der in einem Stückofen von mittlerer Größe entstehende Klumpen oder Guß wird gewöhnlich alle 24 Stunden ausgenommen, und wiegt 15 bis 20 Zentner. Um ihn auszuheben und unter den Hammer zu bringen, sind mindestens acht Mann erforderlich. Er wird hier in etwa zentnerschwere Stücke zerschrotet, die dann in der beschriebenen Art weiter verfrischt werden.

2. Das Frischen des vorher in Hohöfen erblasenen Roheisens in Frischherden.

Die Darstellung von Roheisen in Hohöfen wird auf dem Kontinente, zumal in holzreichen Gegenden, meistens mit Holzkohlen betrieben, die hinsichtlich der Qualität des Eisens gegen Kokes entschieden im Vortheil stehen. Die Einrichtung des Hohofens ist in beiden Fällen, unbedeutende Modifikationen abgerechnet, dieselbe, daher eine Beschreibung der Hoh-

Digitized by Google

öfen und ihres Betriebes auf dem Kontinent hier füglich übergangen werden kann.

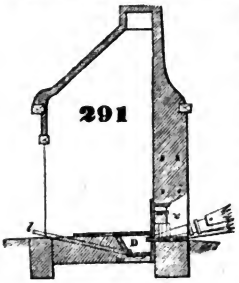
Das Frischverfahren bei Holzkohlenfeuerung ist dagegen von dem oben beschriebenen Puddeln im Flammofen, wenn auch nicht in den chemischen Gründen, doch in der Ausübung abweichend, bedarf daher noch einer näheren Beschreibung.

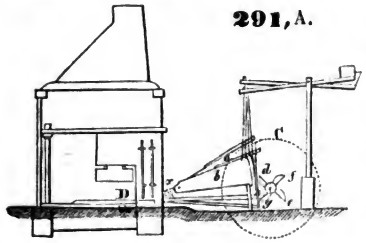
Der Hauptunterschied liegt darin, daß, während beim Puddeln das Eisen nur der Flamme brennender Steinkohlen exponirt wird, es beim Herdfrischen mit den, als Brennmaterial dienenden Holzkohlen in unmittelbarer Berührung ist.

Daß alle Versuche, mit Kokes oder Steinkohlen im Herde zu frischen, hauptsächlich wohl des Schwefelgehaltes dieser Brennmaterialien wegen, nur zu völlig ungenügenden Resultaten geführt haben, ist bereits gesagt worden.

Wie oben erwähnt, ist keineswegs ein jedes Roheisen in gleichem Grade geneigt sich zu entkohlen, daher auch bei dem Herdfrischen auf diesen Umstand Rücksicht genommen werden muß, und besonders das weiße, am liebsten das sogenannte grelle Roheisen, wovon weiter unten noch gehandelt werden wird, den Vorzug verdient.

In Fig. 291 und 291, A ist eines der Frischfeuer abgebildet, wie sie auf dem Harze üblich sind; die Letztere ein Aufriß, die Erstere ein vertikaler Durchschnitt. D ist das Feuer oder der Herd, mit eisernen Platten (Frischzacken) ausgesetzt, in Form eines vierseitigen, nach unten verengt zulaufenden Kastens. Als Gebläse dienen zum Theil noch zwei hölzerne Blasebälge a, b, deren Düsen x neben einander in derselben Form liegen, und die durch ein Wasserrad C und die an dessen Welle sitzenden Daumen d, e, f, g abwechselnd gezogen werden. Um die Bodenplatte m vor dem Schmelzen zu schützen, und zugleich auch die zu dünnflüssige Konsistenz des zu frischenden Eisens zu mindern, ist unter ihr ein Behälter, in den durch die Röhre l kaltes Wasser geleitet werden kann.





Wenn der Herd mit Kohlen gefüllt, das Gebläse angelassen und das Feuer in Gang gekommen ist, bringt man das in lange Barren von etwa 3 Zoll Dicke und 1 Fuß Breite gegossene Roheisen (Gänze) auf die Art zum Einschmelzen, daß man eine solche Ganz mit dem einen Ende in das Feuer einschiebt und sie hier so lange in einer Entfernung von etwa 7 Zoll vor der Form hält, bis sie zu schmelzen und abzutropfen beginnt, sie nun weiter vorschiebt, und so, in dem Maße, wie sie vorne abschmilzt, weiter, bis sie gänzlich in Fluß gekommen ist. Das Eisen erleidet bei diesem Einschmelzen vor dem Winde schon eine theilweise Entkohlung und fließt nebst der dabei fallenden, hauptsächlich aus kieselsaurem Eisenoxydul bestehenden Frischschlacke auf den Herdboden. Die letztere wird durch eine Oeffnung in der einen Seitenwand abgelassen, die Kohlen von dem Herde abgeräumt und nun der Eisenklumpen mit einer Brechstange vom Herdboden gelöst, in die Höhe gehoben, in mehrere Stücke zertheilt, diese

Digitized by Google

mit frischen Kohlen überschüttet, und so angeordnet, daß sie der Gebläseluft stark exponirt sind, und wiederum eingeschmolzen. Dieses Aufbrechen wird je nach Erforderniß noch ein oder zwei Mal wiederholt, bis die zähe, teigige Konsistenz des Eisens nebst verschiednen anderen Merkmalen, wie z. B. die Farbe des glühenden Eisens, die Beendigung des Entkohlungsprozesses anzeigt. Der Eisenklumpen (die Luppe, der Deul) wird nun nach abgestelltem Gebläse von der Schlacke gereinigt, durch Aufsprengen von etwas Wasser gekühlt, und sofort unter den Hammer gebracht, gezängt, theils um die Schlackentheile aus dem Innern der Masse auszupressen, theils um das vollständige Zusammenschweißen aller Theile zu bedingen.

Die Theorie dieses Frischprozesses besteht, so wie die des Puddelns darin, einmal und hauptsächlich, den Kohlenstoffgehalt des Roheisens, zweitens aber auch den Kieselgehalt nebst etwa vorhandenen anderen Metallen, so namentlich Mangan, das fast nie im Roheisen fehlt, zu oxydiren, und als Schlacke abzuscheiden. Das Oxydationsmittel ist ein doppeltes: 1) die Einwirkung der Gebläseluft. Diese wirkt jedoch nur oberflächlich, und würde allein den beabsichtigten Zweck äußerst langsam, ja vielleicht nicht eher erfüllen, als bis sich auch der größte Theil des Eisens oxydirt hätte; 2) die Einwirkung des auf der Oberfläche gebildeten Eisenoxyduls auf das Kohleneisen, wobei das erstere seinen Sauerstoff an den Kohlenstoff des Letzteren abgibt, das erstere also seinen Sauerstoff, das letztere den Kohlenstoff verliert, mithin beide Theile unter Entwicklung von Kohlenoxydgas zu reinem Eisen werden. Aber nicht nur der Kohlenstoff, sondern auch Kiesel und Mangan unterliegen derselben Oxydation, schmelzen mit dem, im Ueberschuß vorhandenen Eisenoxydul zu einer schwarzen Schlacke zusammen, die sich zum Theil bei der Frischarbeit selbst, zum Theil beim nachherigen Zängen von dem reinen Eisen trennt. Soll jedoch diese Einwirkung des Eisenoxyduls auf die inneren Theile des Kohleneisens rasch erfolgen, so müssen beide Theile zur innigen Berührung und Mengung kommen, und hierin liegt der Grund, weßhalb der Frischprozeß bei allzugroßer Hitze weniger gut von Statten geht. Bei sehr starker Hitze nämlich gehn Eisen und oxydulhaltige Schlacke (das Entkohlungsmittel) in dünnflüssigen Zustand über, trennen sich in Folge des verschiednen spezifischen Gewichtes von einander, indem die Schlacke auf dem Eisen schwimmt, und kommen dabei nur in oberflächliche Berührung, während sie bei niedriger Temperatur und geringerer Flüssigkeit sich, besonders bei einigem Durchrühren, innig mit einander mengen.

Das Gewicht einer Luppe beträgt durchschnittlich etwa 2 Ztr. Hiezu sind 2, 7 Zentner Roheisen erforderlich, so daß mithin etwa 26 Prozent Abgang beim Frischen in Rechnung kommen. Auf die 100 Pfund Stabeisen werden dabei durchschnittlich 149 Pfund Kohle verbrannt. Eine Frischung dauert etwa 5 Stunden.

Bei dem Zängen unter dem 8 bis 9 Zentner schweren Hammer gibt man der Luppe eine würfelförmige Gestalt, zerschrottet sie in mehrere, etwa 6 Stücke (Schirbel) wärmt diese, während eine neue Ganz eingeschmolzen wird, in dem Frischfeuer wieder an, und reckt sie zu Stäben von den verlangten Dimensionen.

Außer dem hier beschriebenen Verfahren werden noch mehrfache, zum Theil ganz unbedeutende Abänderungen mit besonderen Namen unterschieden, deren nähere Erörterung hier zu weit führen würde.

Rohstahlbereitung. Der Stahl ist, so wie das Roh- oder Gußeisen eine chemische Verbindung von Eisen mit Kohlenstoff, nur in geringerem Verhältniß des letzteren, steht also, hinsichtlich seiner Zusammensetzung zwischen Roh- und Stabeisen in der Mitte. Er kann auf zwei ganz entgegengesetzten Wegen erzeugt werden. Entweder aus Roheisen, durch theilweise Entkohlung oder aus Stabeisen, durch Zuführung von Kohlenstoff. Der auf die erstere Art gewonnene Stahl

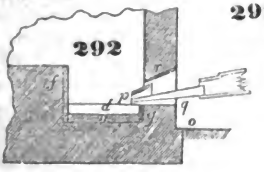
Digitized by Google

wird Schmelzstahl oder Rohstahl, der nach dem letzteren Prinzip dargestellte, Zementstahl genannt.

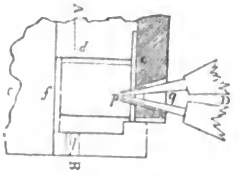
Die Schmelzstahlfabrikation ist im Allgemeinen nichts weiter, als eine gewöhnliche Frischarbeit, die jedoch nicht bis zur völligen Entkohlung des Eisens fortgesetzt, sondern unterbrochen wird, sobald nur ein gewisser Theil des Kohlenstoffes abgeschieden worden ist. Es wird daher am angemessensten sein, die Schmelzstahlbereitung hier als Anhang zum Eisenfrischen abzuhandeln, die Anfertigung des Zementstahls aber, so wie die Eigenschaften und sonstigen Verhältnisse des Stahles einem besonderen Artikel „Stahl" vorzubehalten.

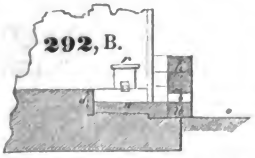
Wenn schon zum Stabeisenfrischen das weiße Gußeisen den Vorzug verdient, so tritt dieser Umstand beim Stahlfrischen noch entschiedener hervor, daher denn auch die Qualität des Rohstahles sehr wesentlich von der des zu seiner Bereitung verwandten Roheisens abhängt. Am besten ist ein wenig Kohle haltendes, dickflüssiges, aus leicht schmelzbaren Erzen bei niedriger Temperatur des Hohofens, und reicher Besetzung, (d. h. verhältnißmäßig starker Erzaufgabe) erblasenes, daher wenig kiesel- und manganhaltiges Eisen.

Als Beispiel der Einrichtung eines Stahlfrischherdes ist in Fig. 292, 292, A, 292, B, der Frischherd des Stahlwerkes auf der Königshütte in



292, A.





Oberschlesien dargestellt. Fig. 292 und 292, B, im vertikalen Durchschnitt, Erstere in einer, durch die Achse der Blasform gelegten Ebene, Letztere in einer, durch die Linie A, B des Grundrisses angedeuteten Ebene; Fig. 292, A im Grundriß. a die Herdsohle, aus feuerfestem grobkörnigen Sandstein; d der Rückstein oder Hinterzacken, eine niedrige Eisenplatte, die den Herd an der einen Seite; k, l, m der Schlackenzacken, aus drei übereinander liegenden Gußeisenstücken bestehend, der den Herd an der Vorder- oder Arbeitsseite begränzt; g der Formzacken; f der gegenüberliegende Gichtzacken; r das Gemäuer an der Formseite, g; D das Gebläse, aus zwei neben einander liegenden Blasbälgen bestehend, deren Düsen 1 Zoll im Durchmesser haben; p die kupferne Form, die sich 4¼ Zoll über der Herdsohle befindet, unter einem Winkel von 5° geneigt 4 Zoll weit in den Herd hineinreicht, in der vorderen Mündung einen horizontalen Durchmesser von 1½ Zoll, einen vertikalen Durchmesser von 1 Zoll hat. b der Schlackenabzug unter dem Schlackenzacken, unter welchem eine Lage festgestampften Thones n. Die Tiefe des Herdes beträgt an der Seite d nur 5½ Zoll, wird hier aber während der Arbeit durch einen Haufen Kohlenklein bis zur Höhe des Gichtzackens f, nämlich auf 18 Zoll, erhöhet.

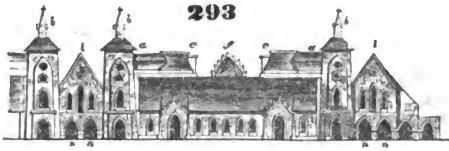
Die Frischarbeit selbst kommt mit der beim Stabeisenfrischen fast ganz überein, nur daß der Prozeß langsamer und vorsichtiger betrieben wird. Das weiße Roheisen wird über dem Wind langsam zum Einschmelzen gebracht, und fließt als fertiger Stahl auf die Herdsohle herab. Zeigt eine herausgenommene Probe die richtige zähe Konsistenz,

Digitized by Google

so hebt man den Stahlklumpen, Stahlschrei, aus dem Herde, und bringt ihn unter den Hammer, um ihn in Stäbe auszuschmieden, die jedoch, um einen brauchbaren Stahl zu liefern, einem Raffinirprozeß unterworfen werden müssen, indem man sie mehre Male in kurze Stücke zerschlägt, und diese wieder zusammenschweißt und ausreckt.

Fig. 293 ist eine Ansicht des Königshütter Eisen- und Stahlwerkes

293



in Oberschlesien. Die Fronte des Hüttengebäudes mißt 400 Fuß. In den Hohöfen, deren zwei bei a a, ein dritter, in der Figur nicht mit abgebildeter sich zur Linken des dritten thurmartigen Gebäudes befindet, wird mit Kokes geschmolzen. b b b die thurmartigen Gichtaufzüge, in welchen die Erze nebst Beschickung und Kokes durch eine mechanische Winde aus den Vorrathshäusern l l aufgewunden, und von hieraus aufgegeben werden. Die Thüren n n führen zu gewölbten Kellern unter den Vorrathshäusern. Bei c c endlich sieht man die Schornsteine der Kessel zweier Dampfmaschinen, welche die, unter der Kuppel k befindlichen zwei Zylindergebläse treiben und zugleich das Aufwinden der Erze verrichten.

Zu den verschiedenen, theilweise sehr guten Schmelzstahlsorten gehört auch der berühmte Wootz, der in Ostindien aus einem schwarzen Eisenerz, Magneteisenstein (?) durch eine Art Luppenfrischarbeit gewonnen wird, die mit der oben beschriebenen Katalonischen ziemlich übereinkommt, nur noch einfacher ist. Die ausgezeichnete Vortrefflichkeit dieses Wootz scheint nach chemischen Analysen in einem geringen Gehalte an Aluminum und Kiesel ihren Grund zu haben. Er nimmt nach dem Ausschmieden und Poliren beim Aetzen der Oberfläche mit verdünnter Schwefelsäure eine ausgezeichnete Damaszirung an. (M. s. den Artikel Damaszener Klingen.)

Es wird nach Beschreibung der Roh- und Stabeisengewinnung nicht überflüssig sein, noch einige Bemerkungen über diese Eisenarten hinzuzufügen. Hinsichtlich des Stahles ist der Artikel Stahl nachzusehen.

1. Guß- oder Roheisen. Kommt, wie bereits oben erwähnt, in verschiedenen Sorten vor, die sich theils in der Farbe, theils dem Gefüge, theils dem verschiedenen Grade von Härte und Sprödigkeit unterscheiden. Man hat lange geglaubt, daß das dunkelgraue Roheisen sich hinsichtlich seiner Zusammensetzung durch einen größeren Kohlengehalt von dem weißen unterscheide, und daß es eben diesem Umstande seine Weichheit und geringere Sprödigkeit verdanke, die ihm hinsichtlich seiner Anwendung zu Gußarbeiten aller Art so große Vorzüge gewähren. Karsten aber hat gezeigt, daß im Gegentheil das weiße Roheisen oft mehr Kohlenstoff in chemischer Verbindung enthält, als das graue, daß das erstere die ganze in ihm vorhandene Kohlenstoffmenge in chemischer Verbindung enthalte, und daß das blättrige weiße Roheisen, Spiegeleisen, so viel Kohlenstoff besitzt, wie das Eisen im flüssigen Zustande aufzunehmen nur immer im Stande, kurz, daß es gesättigtes Kohleneisen ist, enthaltend 4 Atome Eisen gegen 1 Atom Kohle, also in 100 Theilen 5¼ Kohle gegen 94¾ Eisen, während im grauen Roheisen nur höchstens 3 bis 4 Prozent Kohlenstoff, und diese größtentheils als Graphit ausgesondert, vorkommen.

Daß der Unterschied zwischen weißem und grauem Roheisen nicht in der Menge des Kohlenstoffes liegt, bestätigt sich noch dadurch, daß

Digitized by Google

graues Roheisen in weißes umgeändert, und dieses wieder in den Zustand des Grauen zurückgeführt werden kann, ohne daß hiebei eine Aenderung im Kohlenstoffgehalt eintritt. Wird nämlich ganz dunkelgraues Roheisen geschmolzen und plötzlich gekühlt, so geht es in ein silberweißes, hartes und sprödes Roheisen über; wird umgekehrt weißes Roheisen nach dem Schmelzen ganz langsam abkühlen gelassen, so scheidet sich ein guter Theil des Kohlenstoffes aus seiner Verbindung mit dem Eisen ab, sondert sich in Gestalt von Graphitblättchen aus, und stellt so ein graues Roheisen dar.

Die Aussonderung von Graphit, also die Entstehung von grauem Roheisen, hängt jedoch mit von der Temperatur ab, bei welcher das Roheisen geschmolzen wurde. Nur bei einem sehr hohen Hitzgrade erlangt der Kohlenstoff die Neigung, sich auszusondern, daher denn das leicht schmelzbare, wenn gleich dickflüssige weiße Roheisen bei einer, nur gerade zu seiner Schmelzung hinreichenden Hitze geschmolzen, mit Ausnahme des Falles, wo es durch künstliche Mittel außerordentlich langsam gekühlt wird, im weißen Zustande beharrt, während es, einer sehr hohen, seinen Schmelzpunkt übersteigenden Hitze exponirt, zu grauem Roheisen wird.

Bei dem älteren Hohofenbetrieb, der sich begnügte, das Eisen nur gerade zum Schmelzen zu bringen, wurde daher meistentheils nur weißes Gußeisen gebildet, während unsere jetzigen Hohofen bei höher gesteigerter Temperatur graues Eisen produziren, wenn nicht etwa, sei es absichtlich, sei es durch zufällige Störungen, eine Erniedrigung der Temperatur im Schmelzraume eintritt. Die Graphitbildung findet jedoch erst während dem Erstarren Statt, das geschmolzene Eisen enthält den Kohlenstoff in chemischer Verbindung, was sich daraus ergibt, daß es bei sehr rascher Abkühlung, wo also die zur Aussonderung des Kohlenstoffes nöthige Zeit mangelt, als weißes, graphitfreies Roheisen erscheint.

Bei der Erzeugung der dunkelsten Sorte Roheisen bemerkt man zuweilen eine Menge schimmernder Blättchen von Kohleneisen, die auf der Oberfläche des Metalles schwimmen, während es in die Sandformen einfließt, der Gahrschaum, kish, der als ein sicheres Zeichen von der guten Beschaffenheit des Eisens und einem gahren Gange des Ofens angesehen werden kann.

Eine sehr merkwürdige Erscheinung ist die, daß bei übrigens ganz gleichem rohen Material und völlig gleichem Gange des Gebläses, das Eisen im Winter und im Sommer nicht von gleicher Qualität oder Quantität ausfällt. Beim Betriebe mit kalter Gebläseluft wenigstens verträgt der Hohofen im Sommer keine so reiche Besetzung wie im Winter. Soll die Qualität des Eisens dieselbe bleiben, so muß im Sommer ärmer besetzt, d. h. verhältnißmäßig weniger Erz bei gleichbleibender Kohlenmenge aufgegeben werden; ein Umstand, der nicht wohl einer anderen Ursache, als der größeren Dichtigkeit der kalten Luft im Winter zugeschrieben werden kann. Der Unterschied soll sich nach der Angabe eines sehr kompetenten Beurtheilers auf ein Siebentel, oder wohl ein Fünftel belaufen, und dennoch die Qualität des Sommereisens unter der des im Winter erblasenen stehen.

Aber auch die Beschaffenheit der den Erzen beigemengten Gangart, und die Natur des Flußmittels haben großen Einfluß auf das Eisen; so z. B. liefern leichtflüssige Erze gern ein weißes Roheisen. Dasselbe findet bei Ueberschuß des Flußmittels, bei leichten Kohlen, und bei sehr heftigem Gebläse Statt. Eine reiche Besetzung, die auf den guten, gahren Gang des Ofens leicht störend einwirkt, und sehr eisenhaltige Schlacke zur Folge hat, ein zu geringer Hitzgrad, allzufestes, dichtes Aufeinanderliegen der Erze und Kohlen, besonders im Gestell, in Folge zu starker Steigung der Rastfläche, alles dieses begünstigt die Bildung von weißem Roheisen.

Digitized by Google

Die allerweißeste, mit Kohlenstoff gesättigte Roheisenart ist das Spiegeleisen, des ausgezeichneten Blätterdurchganges wegen, der beim Zerschlagen oft größere, stark glänzende Flächen zum Vorschein bringt, so genannt. Es ist ganz spröde und von solcher Härte, daß es von den besten Feilen nicht angegriffen wird. Diesem zunächst steht das weißgahre Eisen, auf dieses folgt das schon bemerklicher sich zum grauen Roheisen hinneigende blumige Roheisen von bläulich grauer Farbe und schwach strahligem Gefüge. An dieses schließt sich zunächst das lufige Roheisen, ebenfalls bläulich grau, dabei löchrig und von scharfzackig-körniger Textur. Auf dieses folgt das grelle Roheisen, dessen Farbe schon mehr ins Graue spielt, etwas porös, dabei von ziemlich ebenem Bruche. Es bildet den Uebergang vom weißen zum grauen Roheisen, ist aber zum Bearbeiten mit der Feile, zum Bohren u. s. w. noch zu hart. Das graue, gemeine oder gahre Roheisen besitzt, wie schon oben erwähnt, eine mehr oder weniger dunkelgraue Farbe, und körnigen Bruch, und hinlängliche Weichheit um sich sehr gut bearbeiten zu lassen. Geschmiedet kann es jedoch nicht werden, da es beim Glühen zwar so weich und mürbe wird, daß es sich mit einer gewöhnlichen Holzsäge leicht schneiden läßt, unter dem Hammer aber auseinander fliegt. Eine zu Gußartikeln ganz vorzüglich sich eignende Sorte ist das halbirte Roheisen, eine Mengung von grauem und weißem Roheisen von ziemlich feinkörniger Textur und mittelgrauer Farbe, mit dunkleren, graphitreicheren, rundlichen größeren oder kleineren Flecken.

Die hier angedeuteten Unterschiede in der Textur und Farbe gelten, um dies ausdrücklich hervorzuheben, nur für Bruchflächen, wie sie beim Zerschlagen entstehen; an geschliffenen, gefeilten oder polirten Flächen ist die Textur natürlich gar nicht, die Farbe aber auch nur unvollkommen zu unterscheiden.

Die Qualität des Stabeisens ist ebenfalls sehr verschieden. Es besitzt ein entweder grobkörniges oder sehniges, faseriges Gefüge: das erstere ist mit starkem Glanz verbunden, und um so größer, je reiner, kohlenfreier; um so feiner dagegen, je stahlartiger das Eisen. Verbranntes, d. h. durch sehr oft wiederholtes oder sehr lange fortgesetztes Glühen vollständig entkohltes Stabeisen zeigt auf den Bruchflächen oft größere spiegelglänzende Flächen. Das sehnige Gefüge ist, eben der zart faserigen Anordnung der Theile wegen, mit geringem Glanz verbunden. Es entsteht durch häufig wiederholtes Ausrecken des Stabeisens im glühenden Zustande unter dem Hammer oder im Walzwerk, desgleichen beim Ausziehen zu Draht, und darf im Allgemeinen als ein Beweis von sehr großer Zähigkeit des Eisens angesehen werden.

Die Prüfung des Stabeisens auf seine Güte muß hauptsächlich dahin gerichtet sein, etwaige Fehlstellen oder eine durchgängig brüchige Beschaffenheit zu erkennen. Man bedient sich zu dem Ende verschiedener Mittel. So z. B. faßt man die zu prüfenden Stangen an einem Ende mit beiden Händen, hebt sie so hoch wie möglich empor, und schlägt damit aus allen Kräften auf einen schmalen Ambos, so, daß sie mit einem, um ⅛ ihrer Länge von dem äußersten Ende abliegenden Punkte auftreffen, worauf man sie dann noch wohl mehrere Male an demselben Punkte hin und her biegt; eine Probe, die ein gutes, zähes Eisen ertragen muß. Oder man legt sie mit beiden Enden auf feste Unterlagen, in der Mitte aber hohl, und schlägt anhaltend mit einem schweren Hammer darauf; oder ferner, man bringt ein Stück zum Glühen, hämmert es über den Rand des Ambeses an derselben Stelle bald rechts, bald links rechtwinklig um, eine sehr strenge Probe, die z. B. das treffliche Dannemora-Eisen, aber auch manches deutsche Stabeisen, sehr gut erträgt. Das schwedische Eisen entwickelt hiebei einen eigenthümlich phosphorartigen Geruch; eben so das von Ulverstone, welches sich eben so wie das schwedische Eisen, vorzüglich zur Stahlfabrikation eignet. Auch das Ausschmieden von Hufeisen ist eine recht brauchbare Probe,

Digitized by Google

insofern sich hiebei ein brüchiges Eisen leicht verräth. Um die Festigkeit d. h. den Widerstand gegen das Zerreißen zu bestimmen, läßt man Stäbe von genau bestimmtem Querschnitt, sei es durch angehängte Gewichte, durch Hebelvorrichtungen oder andere Mittel, zerreißen. In den trefflichen Werken von Tredgold und Barlow sind die näheren Details über solche Zerreißungsversuche nachzusehen.

Chemische Analyse des Eisens.

Oxydirte Substanzen können in metallischem Eisen chemisch gebunden nicht vorkommen, sondern nur andere Metalle oder Metalloide. Die in ihm enthaltenen fremden Bestandtheile sind aber in der Regel in so kleinen Mengen vorhanden, daß ihre Bestimmung oft mit nicht geringen Schwierigkeiten verknüpft ist. Am schwierigsten ist die Bestimmung des Kohlenstoffes. Der in den grauen Roheisensorten, im Zustande von Graphit enthaltene Kohlenstoff, ist zwar leicht genug zu bestimmen, da er beim Auflösen des Eisens in einer Säure fast vollständig unaufgelöst zurückbleibt. Der chemisch gebundene Kohlenstoff aber verhält sich anders. Löst man solches Eisen in Salzsäure, so verbindet sich der Kohlenstoff mit dem freiwerdenden Wasserstoff theils zu Kohlenwasserstoffgas, theils zu einer ölartigen Verbindung, und entzieht sich so der Bestimmung. Schwefelsäure verhält sich ähnlich, und durch Salpetersäure wird der Kohlenstoff fast vollständig aufgelöst. Der einzige ausführbare Weg besteht darin, das Eisen durch Vermittlung neutraler Salze in Auflösung zu bringen, wobei sich der Kohlenstoff ausscheidet, ohne Gelegenheit zu finden, anderweitige Verbindungen einzugehen. Enthält aber das Eisen Chrom oder viel Phosphor, so ist auch auf diesem Wege die Ausmittlung des Kohlengehaltes sehr schwer.

Schwefel ist meistentheils in so geringer Menge vorhanden, daß er sich durch Auflösen des Eisens in Salpetersalzsäure und Fällung der Auflösung mit einem Barytsalz, um schwefelsauren Baryt niederzuschlagen, nicht genau bestimmen läßt. Es ist daher zweckmäßiger, in reiner Salzsäure zu lösen, und das sich entwickelnde Wasserstoffgas durch eine etwas angesäuerte Auflösung von Bleizucker strömen zu lassen, wo dann das Gewicht des gefällten Schwefelbleies mit hinlänglicher Genauigkeit das des Schwefels ergibt. Es ist hiebei jedoch wichtig, die Lösung des Eisens nur langsam vor sich gehen zu lassen, so daß sich die gröblich zerkleinten Stückchen der Probe bei Gußeisen in 10 bis 15, bei Stahl in 8 bis 10, bei weichem Eisen in 4 Tagen auflösen. In dem rückständigen Pulver bleibt nicht die geringste Spur von Schwefel zurück.

Phosphor und Chrom lassen sich am besten auf folgende Art entdecken. Man löst das Eisen in Salpetersalzsäure, dampft die Lösung sorgfältig in einer Porzellanschale zur Trockne, und erhitzt sie in derselben bis zur theilweisen Zersetzung des Eisensalzes. Der Rückstand wird dann mit dem Dreifachen seines Gewichts an kohlensaurem Kali innig gemengt, und in einem Platintiegel geglühet. Die Masse wird demnächst mit Wasser ausgekocht und filtrirt. Aus der alkalischen Lösung entfernt man nun zuvörderst das Mangan durch fortgesetzte Digestion, sättigt sie mit etwas in Ueberschuß zugesetzter Salpetersäure, und dampft sie wiederum zur Trockne ab, wodurch etwa vorhandene Kieselerde unlöslich gemacht wird. Die eingetrocknete Masse wird nun mit etwas Salpetersäure übergossen, damit einige Zeit in Digestion gestellt, und dann mit Wasser behandelt. Hiebei bleibt die Kieselerde zurück. Die abfiltrirte Flüssigkeit mit Ammoniak übersättigt, läßt, falls das Eisen Alumium enthalten sollte, Thonerde im Zustande von basisch phosphorsaurer Thonerde fallen, die man abfiltrirt. Die Flüssigkeit wird jetzt mit Essigsäure schwach übersättigt und mit essigsaurem Blei versetzt, wodurch phosphorsaures und schwefelsaures Blei, falls Phosphor und Schwefel im Eisen enthalten waren, gefällt werden. Von dem gefundenen Gewicht dieses Niederschlages zieht man die Menge des schwefelsauren Bleies ab, die sich nach Bestimmung des Schwefelgehaltes in der vorher

Digitized by Google

angegebenen Art berechnen läßt, und findet so die Menge von phosphorsaurem Blei, aus der sich dann endlich der Phosphor berechnet. Man wird sehr selten eine Eisenprobe analysiren, ohne auf diesem Wege wenigstens Spuren von Phosphor anzutreffen. In dem erhaltenen phosphorsauren Blei kann man, wo es nicht auf große Genauigkeit ankommt, oder wo die Menge zu klein ist, um eine weitere Zerlegung ohne Verlust möglich zu machen, etwa 20 Prozent Phosphorsäure, oder nahe 9 Prozent Phosphor rechnen. Genauer ist es, das phosphorsaure Blei nach Bestimmung seines Gewichtes in Salpetersäure zu lösen, und das Blei durch Schwefelsäure zu fällen, wodurch man aus dem Niederschlage von schwefelsaurem Blei die Menge des Bleioxydes erfährt, dessen Gewicht von dem des phosphorsauren Bleioxydes subtrahirt, das Gewicht der Phosphorsäure gibt. Bei der Bestimmung der Phosphorsäure auf die vorhin angegebene Weise findet man zugleich das etwa vorhandene Chrom, indem der Niederschlag von phosphorsaurem Blei dann mit chromsaurem Blei gemengt, und dadurch gelb gefärbt ist.

Kalzium und Baryum, die mitunter wohl im Roheisen vorkommen, werden, nach Auflösen des Eisens in Königswasser, nach dem ganz gewöhnlichen Verfahren als Kalk und Baryt bestimmt. Im Stabeisen kommen sie fast niemals vor.

Die Bestimmung des Mangans kann entweder nach der schon länger üblichen Methode mit berusteinsaurem Ammoniak, oder auch, und zwar wohlfeiler, mit kohlensaurem Ammoniak bewirkt werden. Das durch Digestion mit Königswasser aufgelöste Eisen wird durch Neutralisation der verdünnten Auflösung mit kohlensaurem Ammoniak, bis zur Entstehung eines geringen Niederschlages und darauf folgendes Kochen der Flüssigkeit gefällt, wobei das Mangan in Auflösung bleibt, und demnächst durch Schwefelammonium niedergeschlagen wird. Man löst das Schwefelmangan in Salzsäure und fällt nun mit kohlensaurem Kali Manganoxyd, dessen Gewicht dann bestimmt wird.

Um etwa vorhandenes Kupfer, Arsenik, Blei, Zinn, Wismuth, Antimon oder Silber aufzufinden, leitet man durch die mit vielem Wasser verdünnte salpetersalzsaure Lösung einen Strom von Schwefelwasserstoffgas, wodurch die oben genannten Metalle neben Schwefel gefällt werden. Ist dieser Niederschlag milchicht weiß, so darf man annehmen, daß er aus reinem Schwefel besteht. Sollte er jedoch schwarz, braun oder gelb erscheinen, so müßte man ihn nach den Methoden der analytischen Chemie weiter untersuchen. Inzwischen sind Kohlenstoff, Schwefel, Phosphor, Kiesel und Mangan die hauptsächlichsten, im Guß- und Stabeisen vorkommenden Nebenbestandtheile.

Zur Bestimmung des Kohlengehaltes im Eisen sind mehrfache Methoden vorgeschlagen, deren Zweck darauf hinausläuft, das Eisen in Auflösung zu bringen, ohne die Kohle irgend zu affiziren. Eine der zweckmäßigsten, wohl am meisten angewandten Methoden ist die von Berzelius, nach welcher man das zu analysirende Eisen auf ein Stück geschmolzenes Chlorsilber legt, und mit Wasser, dem einige Tropfen Salzsäure zugefügt werden, übergießt, und damit so lange in Berührung läßt, bis sich das Eisen mit Rücklassung der Kohle vollständig aufgelöst hat; während eine entsprechende Menge des Chlorsilbers zu metallischem Silber reduzirt ist. Die auf dem Silberkuchen zurückbleibende Kohle kann dann dem Gewichte nach bestimmt und auch anderweitig untersucht werden.

Eine andere, von Berthier angegebene Methode, den Kohlenstoffegehalt vollständig auszuscheiden, besteht darin, das Eisen entweder durch Zerstoßen im Mörser, oder durch Feilen mit einer feinen harten Feile in ein möglichst feines Pulver zu verwandeln, dieses durch oft wiederholtes Befeuchten und Umrühren vollständig verrosten zu lassen, und endlich das so gebildete Eisenoxydhydrat in Salzsäure aufzulösen, wo dann die Kohle zurückbleibt, die nun, nach vollständigem Auswaschen und Trocknen, gewogen wird. Da jedoch die, sowohl nach dieser, als der

Digitized by Google

vorhergehenden Methode gewonnene Kohle noch Kieselerde, durch Oxydation des Kiesels gebildet, enthalten kann, so verbrennt man sie durch Glühen im Platintiegel, wobei die Kieselerde zurückbleibt, deren Gewicht dann noch subtrahirt werden muß. Der Rest gibt das Gewicht der reinen Kohle an.

Nun aber muß, wie zuerst durch Karstens treffliche Arbeiten gezeigt ist, wohl unterschieden werden zwischen dem Kohlenstoff, der sich in chemischer Verbindung mit dem Eisen, und dem, der als Graphit dem Eisen nur mechanisch eingemengt war. Weißes Roheisen, so wie Stahl und Stabeisen enthalten nur chemisch gebundenen Kohlenstoff; im grauen Roheisen dagegen ist ein Theil des Kohlenstoffes als Graphit enthalten, worin eben der wesentliche Unterschied zwischen grauem und weißem Roheisen liegt. Es entsteht mithin noch die Aufgabe, zu ermitteln, wieviel von der gefundenen Gesammtmenge des Kohlenstoffes als Graphit eingemengt, und wieviel in chemischer Verbindung mit dem Eisen gewesen war.

Zu diesem Ende kann man eine andere Portion des Eisens in Salpetersäure, der man ein wenig Salzsäure zusetzt, auflösen. Der Graphit wird hiebei unverändert ausgeschieden, der übrige Kohlenstoff aber in eine kohlenstoffreiche, im ätzenden Kali lösliche Substanz umgewandelt. Wenn man daher den von der Auflösung des Eisens in Salpetersalzsäure erhaltenen Rückstand mit ätzender Kalilauge digerirt, so löst sich sowohl jene neugebildete Kohlenstoffverbindung, als auch die Kieselerde auf, während nur der Graphit zurückbleibt. Wird dieser also nach sorgfältigem Auswaschen und Trocknen gewogen, und von dem Gewicht des Gesammtkohlenstoffes subtrahirt, so ergibt sich aus dem Unterschiede die Menge von chemisch gebundenem Kohlenstoff.

Nach Karsten beträgt der Graphitgehalt in grauem Roheisen 2,57 bis 3,75 Prozent; der gesammte Kohlengehalt dagegen 3,15 bis 4,65 Prozent; also die Menge des chemisch gebundenen Kohlenstoffs 0,58 bis 0,90 Prozent. Daß dieses Verhältniß zwischen Graphit und gebundenem Kohlenstoff bei gleichbleibender Gesammtmenge je nach der Behandlung des Eisens variiren kann, ist bereits erwähnt. Je langsamer man geschmolzenes Gußeisen, selbst weißes, abkühlen läßt, um so mehr Kohlenstoff krystallisirt aus der Verbindung in Form von Graphit aus; und es kann sich auf diese Art die Menge von chemisch gebundenem Kohlenstoff so vermindern, daß sie bedeutend geringer wird, als wir sie in den meisten Stahlsorten finden. Im Schmelz- und Gußstahl fand Karsten 1,25 bis 2,3, im Zementstahl nie über 1¼ Prozent Kohlenstoff.

Gay-Lussac und Wilson haben die folgenden Roheisensorten analysirt, und die beistehenden Resultate erhalten, wobei jedoch nur die Gesammtkohlenmenge angegeben ist.

Roheisen.	Eisen.	Kohlenstoff.	Kiesel.	Phosphor.	Mangan.	Bemerkungen.
A. Weißes.						Bei Holzkohlenfeuerung.
Von Siegen . .	94,338	2,690	0,230	0,162	2,590	
„ Coblenz . .	94,654	2,441	0,230	0,185	2,490	dto.
a. d. Champagne	96,133	2,324	0,840	0,703	Spur	dto.
von Isère . . .	94,687	2,636	0,260	0,280	2,137	dto.
B. Graues.						
von Nivernais .	95,673	2,254	1,030	1,043	Spur	dto.
„ Berry . .	95,573	2,319	1,929	0,188	dto.	Kokes u. Holzkohlen in Verbindung.
a. d. Champagne	95,971	2,100	1,060	0,869	dto.	Holzkohle.
von Creusot . .	93,385	2,021	1,490	0,604	dto.	Kokes.
a. d. Franche Comté	95,689	2,800	1,160	0,351	dto.	dto.
von Wales . .	94,842	1,666	3,000	0,492	dto.	dto.
ebendaher . . .	95,310	2,550	1,200	0,440	dto.	dto.
ebendaher . . .	95,150	2,450	1,620	0,780	dto.	dto.

Digitized by Google

Karsten theilt die folgenden Resultate mehrerer Bestimmungen des Kohlengehaltes verschiedener grauer Roheisensorten mit.

Roheisen von	Chemisch gebundener Kohlenstoff.	Graphit.	Gesammtmenge.	Bemerkungen.
Siegen, aus Brauneisenstein .	0,89	3,71	4,60	bei Holzkohlenfeuerung.
Siegen (Widdersteiner Hütte) aus Braun- und Spatheisenstein .	1,03	3,62	4,65	dto.
Malapane aus Sphärosiderit .	0,75	3,15	3,90	dto.
Königshütte aus Brauneisenstein.	0,58	2,57	3,15	bei Kokes.
ebendaher bei geringerer Schmelzhitze	0,95	2,70	3,65	dto.

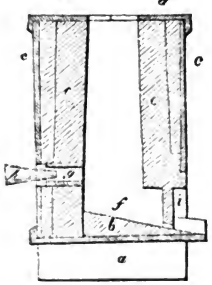
Das Umschmelzen des Eisens.

Wenn gleich das Gießen des Eisens sehr häufig unmittelbar aus dem Hohofen vorgenommen wird, so sind doch auch theils in größeren Städten und Fabrikorten, wo ein starker Bedarf an Gußwaaren eintritt, theils in Maschinenfabriken, welche die erforderlichen gegossenen Theile nicht auf entfernten Eisenhütten anfertigen lassen können, Eisengießereien unentbehrlich.

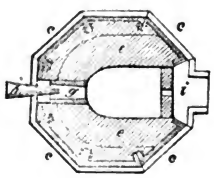
Das Umschmelzen wird behufs kleinerer Arbeiten wohl in Tiegeln vorgenommen, sehr gewöhnlich aber in Flamm- oder in Schachtöfen (Kupolöfen).

Nirgend vielleicht ist die Eisengießerei, namentlich die Erzeugung feinerer Artikel, zu höherer Vollkommenheit gebracht, als in der Königlichen Eisengießerei bei Berlin, daher die Konstruktion der hier gebräuchlichen Kupolöfen nicht ohne Interesse sein kann. M. s. Fig. 294 und 294, A. deren erstere diesen Ofen im horizontalen Durchschnitt in der Höhe der Form, die zweite ihn im vertikalen Durchschnitt darstellt.

294, A.



294



Der innere Schacht ist rund und läuft nach oben ein wenig verjüngt zu. Die Schachtmauer e e wird aus feuerfesten Steinen innerhalb einer Umhüllung von Eisenplatten aufgeführt. Diese auf dem Fundamente a ruhende Hülle besteht aus einer unteren, mit aufstehenden Rändern versehenen Bodenplatte b. den 8 Seitenplatten c c und einer oberen, gleichfalls einen Rand enthaltenden Platte d d. Der Raum zwischen der Schachtmauer und der eisernen Bekleidung wird mit Asche vollgestampft. g die Form mit der darin liegenden Düse h. Die Vorder-

Digitized by Google

wand besitzt zu unterst eine ziemlich weite Oeffnung i, die während des Schmelzens bis auf den kleinen Abstich vermauert bleibt. Die untere Herdsohle f wird aus einer Mischung von feuerfestem Thon und Sand angefertigt, die mit schräg geneigter Oberfläche, um das Abfließen des Eisens zu erleichtern, eingestampft wird. Die Höhe des Ofens beträgt 6 Fuß. Man gibt alle 8 bis 10 Minuten eine Quantität Roheisen nebst den nöthigen Kokes auf, nämlich, wenn der Ofen angewärmt und in gehörigem Gange ist, 48 Pfund Kokes auf 100 Pfund Eisen. Der Abgang an Eisen, das sich oxydirt und in die Schlacke übergeht, beläuft sich durchschnittlich auf reichlich 5 Prozent. Gewöhnlich befinden sich 2 oder mehrere Kupolöfen zur Abführung der Flamme unter einer weiten Esse.

In England wird, wie bereits erwähnt, das Umschmelzen des Eisens nur in Flammöfen vorgenommen. Die in Staffordshire gebräuchlichen Oefen sind hinsichtlich der Ersparung an Brennmaterial und des geringen Eisenabganges wohl die besten. Sie weichen von gewöhnlichen Flammöfen darin ab, daß die obere Decke aus zwei hinter einander befindlichen Wölbungen besteht, die über dem tiefsten Punkte des Herdes zusammenstoßen, um hier die Flamme herabzudrücken und nahe über der Oberfläche des schmelzenden Eisens hinwegspielen zu lassen. Der Flammofen muß aus sehr vorzüglichen, feuerfesten Steinen konstruirt sein, und wird äußerlich durch eine Bekleidung von eisernen Platten zusammen gehalten. Der Herd wird aus einer 8 Zoll starken Lage Sand hergestellt. Je nach den Dimensionen dieser Oefen können in Zeit von 2 bis 4 Stunden, 1 bis 3 Tonnen Eisen eingeschmolzen werden. Je schneller die Schmelzung von Statten geht, um so besser, weil dann der Abgang an Eisen durch Oxydation um so geringer ausfällt, daher denn auch das Eisen nicht eher eingetragen werden darf, als bis der Ofen in voller Weißgluth ist. Zum Schmelzen von 100 Pfund Eisen rechnet man durchschnittlich 1 bis 1½ Kubikfuß Steinkohlen. Der Abgang beträgt zwischen 5 und 9 Prozent.

Zum Schluß dieses Artikels noch einige zerstreute Bemerkungen.

Vor Erfindung des Puddel-Frischprozesses im Jahre 1785, und vor Einführung des Walzens statt des früher allein üblichen Reckens unter dem Hammer, wurden jährlich 70000 Tons Eisen von Rußland und Schweden in England importirt; ein enormes Quantum für jene Zeit, wenn man in Erwägung zieht, daß die Baumwollspinnerei, die Anwendung der Dampf- und so vieler anderen Maschinen, die gegenwärtig so ungeheure Quantitäten Eisen in Anspruch nehmen, sich damals noch in ihrer Kindheit befanden. Ungeachtet des jetzt so außerordentlich vermehrten Eisenverbrauchs betrug im Jahre 1836 die Einfuhr von Rußland und Schweden nur 40000 Tons.

Die folgende Zusammenstellung der Eisenpreise, wie sie in den Jahren 1824 bis 35 in England standen, zeigen recht augenscheinlich die allmählige Verbesserung des Eisenhüttenwesens, insbesondere der ökonomischen Verhältnisse.

Jahr.	pr. Tonne.					Jahr.	pr. Tonne.				
	Lstr.	ß.	bis	Lstr.	ß.		Lstr.	ß.	bis	Lstr.	ß.
1824	9	0	„	10	0	1830	5	5	„	6	0
1825	10	0	„	14	0	1831	5	5	„	5	10
1826	8	10	„	10	0	1832	5	0	„	5	10
1827	8	0	„	9	0	1833	5	10	„	6	0
1828	7	10	„	8	0	1834	6	0	„	6	10
1829	5	10	„	7	0	1835	5	10	„	7	0

Die Gesammtproduktion von Eisen in Großbritanien belief sich im Jahr 1836 auf eine Million Tonnen.

Digitized by Google

Der Export in Barren, Stäben, Gußarbeiten, Draht, Ankern, Bandeisen, Nägeln, altem Eisen u. s. w. betrug in demselben Jahre 189390 Tons, in unverarbeitetem Stahl 3014, in Messerschmiedewaare 21072, im Ganzen also 213478 Tons, so daß mithin 776522 Tonnen auf den Konsum im Inlande kommen, wovon aber etwa $^1/_{10}$ für Abgang beim Verfrischen zu rechnen ist.

In den Jahren 1835 und 1836, in welchen sich vorzugsweise die Eisenbahnmanie über einen guten Theil von Europa verbreitete, trat eine temporäre Preiserhöhung ein, welche jedoch eine Menge Hohöfen, Raffinirfeuer und Puddelöfen ins Leben rief und dadurch wieder eine nachherige Erniedrigung des Preises zur Folge hatte, die übrigens zum Theil auch der mehr allgemeinen Anwendung heißer Gebläseluft zuzuschreiben ist.

Die Kosten der Roheisengewinnung betrugen vor 8 oder 9 Jahren pr. Tonne:

In Merthyr Tidwill in Süd Wales.

	Tons.	Ztr.	Quarter.	Lstr.	ß.	d.
Eisenerz (10 ß. pr. Ton)	3	7	0	1	13	6
Steinkohle (6 „ „ „)	3	16	0	0	16	6
Kalkstein	1	5	2	0	1	4
Arbeitslohn und sonstige Unkosten				0	9	1
			Summa .	3	0	5

In Glasgow.

	Tons.	Ztr.	Lstr.	ß.	d.
Eisenerz (4 ß. 6 d. pr. Ton)	3	10	0	16	3
Steinkohle (2 „ 5 „ „ „)	5	15	0	14	9
Kalkstein (0 „ 3 „ „ „)	0	14	0	3	6
Kohlen zur Dampfmaschine	1	10	0	3	0
Arbeitslohn und sonstige Unkosten			1	1	0
		Summa . .	2	17	9

In Merthyr Tidwill sind die Kosten auch gegenwärtig noch ziemlich dieselben, während sie in Glasgow bedeutend abgenommen haben.

Daß bei Anwendung heißer Gebläseluft das Eisen nicht etwa schlechter, sondern eher besser ausfällt, als bei kalter, geht aus Folgendem hervor. Vor Kurzem erhielten vier englische Eisenkompagnien einen Auftrag auf Lieferung einer bedeutenden Quantität eiserner Wasserleitungsröhren für eine der Londoner Wasserkompagnien. Drei jener Eisenkompagnien lieferten Röhren, die bei kalter Luft erblasen waren, die vierte hatte sie aus Eisen bei heißer Gebläseluft gegossen. Bei der Prüfung dieser Röhren mit der hydraulischen Presse zeigten sich die letzteren weit dichter als die ersteren. Ure bemerkt aber hierzu, daß nach der Versicherung ausgezeichneter Eisenwerksbesitzer dieses Faktum noch einigem Zweifel unterliegen, und daß namentlich das bei heißer Gebläseluft erblasene Eisen schwächer sein solle, als das bei kalter, und daß sie daher das System der heißen Luft nicht auf ihren Werken einführen würden.

Die in verschiedenen Theilen Großbritaniens erfolgenden Eisensorten zeigen sehr charakteristische Unterschiede. Das Staffordshirer Eisen ist besonders dünnflüssig, und liefert daher vorzüglich schöne, scharfe Güsse. Das von Wales dagegen ist weniger flüssig aber stärker, und besonders zur Stabeisengewinnung geeignet. Das Derbyshirer ist sowohl zum Guß als zur Stabeisenbereitung sehr tauglich. Das schottische Gußeisen eignet sich besonders zum Gießen hohler Gegenstände, weil es in geeigneten Formen eine ungemein glatte Oberfläche annimmt, wodurch sich die Güsse der Carron-Kompagnie in Stirlingshire, und die der Phönix-Gießerei in Glasgow so sehr auszeichnen. Das Eisen von Shropshire steht in der Güte dem Staffordshirer am nächsten.

Digitized by Google

Ungefähre Kosten der Anlage dreier Hohöfen.

a. Mauerarbeit.

	Lstr.
Fundamente	480
Mauerwerk von behauenem Sandstein	600
Gewöhnliche Mauersteine	1200
Aussetzen des Schachtes mit feuerfesten Steinen	1140
Feuerfester Thon dazu	80
Kalk und Sand	800

b. Gußeisen.

Verschiedene Stücke, als Platten zur Bekleidung des Wallsteines, Tümpelsteines, eiserne Träger, Platten zum Bekleiden der Oeffnung für die Blasform, zusammen etwa 24 Tons für jeden Ofen	1140

c. Stabeisen.

Bänder um den Hohofen (5 Tons für jeden)	300

d. Arbeitslohn.

Für Mauerarbeit u. s. w.	1080

e. Verschiedene Unkosten.

Für Zimmerarbeit	48
Für diverse Werkzeuge	160
Bedachung vor jedem Ofen	480
Ankauf des nöthigen Grundstückes und Erdarbeiten	2400
Also Gesammtkosten der Anlage dreier Hohöfen	9908

f. Nöthiger Zubehör.

Gebläse nebst einer Dampfmaschine von 80 Pferdekraft	6400
Schienenweg zum Aufziehen der Gichten	120
Plattform über der Gicht	160
Dampfmaschinenhaus	400
Dampfkessel, Schornstein u. s. w.	480
Röstöfen	480
Verkokungsöfen	800
Wohnungen für die Arbeiter	800
Also Gesammtkosten der drei Hohöfen nebst vollständigem Zubehör	19548

Ueberschlag der Kosten, der zur Erzielung einer wöchentlichen Produktion von 120 Tons Stabeisen erforderlichen Maschinerien, nach Maßgabe des Reath-Abbey-Eisenwerkes in Süd-Wales.

	Lstr.
Dampfmaschine nach der Bolton und Watt'schen Einrichtung, der Zylinder 40 engl. Zoll im Durchmesser, bei 8 Fuß Hub, nebst Dampfkesseln, Röhren, Rost, Thüren und sonstigem Eisenwerk	1600
Vorgelege, um die Bewegung von der Maschine auf die Walzwerke zu übertragen, nebst Schwungrad und sonstigem Zubehör	1090
Zäng- und Präparirwalzwerk mit allem Zubehör	525
Zwei Paar Reckwalzen nebst vollständigem Zubehör	525
Zwei Scheeren à 170 Lstr.	340
Ein Paar zehnzöllige Walzen, um dünne Eisenstäbe zu machen, nebst Zubehör	230
Hammerwerk mit Einschluß des Amboses	185
Eine vollständige Drehbank	200
Summa	4695

Digitized by Google

Hiezu kommen nun noch:

	Lst.
Reservewalzen im Gewicht von etwa 60 Tons	960
Reservetheile für die Dampfmaschine	?
Gußeiserne Platten zum Belegen der Hüttensohle (150 Tons)	900
Gußeiserne Bekleidung eines Flammofens (8 Tons)	50
Eiserne Werkzeuge, Stangen, Haken, Spieße u. s. w.	28
Gußeiserne Bekleidung eines Kupolofens	50
Gebläse für den Kupolofen	80
Eisenwerk zu einer kleinen Schmiede mit zwei Feuern	
Bälken, zwei Amboſen, nebſt Werkzeugen	100
Eiſenwerk zu 14 Puddelöfen (8 Tons)	983
Guß- und ſtabeiſerne Theile zu 4 Glühöfen	252
Werkzeuge zum Puddeln	15
Eiſenbeſchlag für zwei hölzerne Krahne	50
Summe der Maſchinen nebſt ſonſtigem Eiſenwerk	8165

Hiezu kommen ferner noch die Koſten eines Dampfmaſchinenhauſes, eines Reſervehammers und diverſe Nebenkoſten.

In Staffordſhire ſtellen ſich die Koſten weniger hoch, nämlich:

	Lstr.
Eine Dampfmaſchine von 60 Pferdekraft	2016
Walzwerke u. ſ. w. zu wöchentlich 120 Tons	2572
Summe	4588

Die Koſten ſind alſo auf dem Neath-Abbey ſehr bedeutend höher, dafür aber bemühet ſich dieſes Eiſenwerk auch durch möglichſte Vervollkommnung aller einzelnen Theile ein möglichſt gutes Stabeiſen in den Handel zu bringen.

Stabeiſen, das von reinen Erzen, ohne Friſchſchlacken (d. h. verglaſetem kieſelſauren Eiſenoxydul) dargeſtellt worden, wird um 10 ß. pr. Ton theurer als gewöhnliches Eiſen bezahlt, das oft von einem, beim Verſchmelzen von ¼ Friſchlacke gegen ¾ Erz erfolgten Roheiſen herſtammt.

Tabelle über die Eiſenproduktion in Europa, von Birlet:

	Ztr.
England (1827)	7098000
Frankreich (1834)	2200000
Rußland (1834)	1150000
Oeſterreich (1829)	850000
Schweden (1825)	850000
Preußen	800000
der Harz	600000
Holland und Belgien	600000
Elba und Italien	280000
Piemont	200000
Spanien	180000
Norwegen	150000
Dänemark	135000
Baiern	130000
Sachſen	80000
Polen	75000
Schweiz	30000
Savoyen	25000
	15,433000

Digitized by Google

Eisenbahnen (Chemins de fer, Rail ways) sind künstliche Straßen, die gewöhnlich aus parallel neben einander liegenden Schienen von Eisen gebildet sind, welche den Wagenrädern zum Gleise dienen und wodurch die den Fuhrwerken auf gewöhnlichen Straßen sich entgegenstellenden Widerstände vermindert werden.

Die ältesten dieser künstlichen Fahrgleise bestanden aus Holz, und solche sollen schon vor 200 Jahren bei den Steinbrüchen und Bergwerken Englands und Deutschlands in Anwendung gebracht worden sein. Die dabei gemachten Erfahrungen, daß ein Pferd mehr als viermal so viel zu ziehen vermochte, als auf gewöhnlichen Straßen, führte ungefähr um das Jahr 1738 in England die ersten Bahnen aus gußeisernen Schienen für allgemeinere Zwecke des Transportwesens herbei, die später mannigfach verbessert wurden, allein erst nach Beendigung des letzten Kontinental-Krieges nach und nach zu der Vollkommenheit gelangten, in der wir sie heute besitzen, wo man annehmen kann, daß ein Pferd mehr als 10mal so viel zu ziehen vermag, als auf einer guten Chaussee.

Vom letztern Standpunkte aus sollen die Eisenbahnen in dem Nachstehenden beschrieben und dabei zugleich alles das mit angegeben werden, was auf Herstellung und Betrieb derselben Bezug hat.

1. Etablirung der Bahnlinie. Die Richtungslinie einer jeden Eisenbahn ist, wenn sie eine vortheilhafte genannt werden soll, einerseits dem Zwecke der Bahn an sich, kommerziellen, industriellen, geographischen und physischen Beschaffenheiten entsprechend und anderseits so anzuordnen, daß möglichst vortheilhafte Steigungs- und Krümmungsverhältnisse, so wie zweckmäßige Vertheilungen der nothwendig werdenden Terrain-Einschnitte und Auffüllungen eintreten.

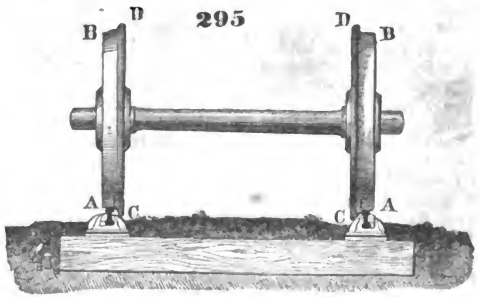
Lassen wir die ersten Verhältnisse unbeachtet, so ist zunächst in Bezug auf die Steigung einer Bahn anzuführen, daß eine solche auf die deutsche Meile Länge höchstens 100 Fuß, also $^1/_{\,\,\,

als diese Steigungen unter sehr verschiedenen Verhältnissen abwechseln zu lassen (eine undulirende Bahn zu konstruiren).

Was die Krümmungen der Bahn betrifft, so müssen dieselben, wenn anders sie nicht vermieden werden können, sehr große Halbmesser erhalten. Bei Krümmungen mit kleinen Halbmessern ist es nämlich einleuchtend, daß das äußere von zwei an einerlei Axe befindlichen Rädern, welches auf der konveren Seite der Bahn läuft, einen größern Bogen zurückzulegen hat, als das innere an der konkaven Seite fortgehende. Hierdurch tritt aber ein Schleifen, eine gleitende Bewegung am Umfange der Räder ein und woraus natürlich eine Vermehrung der vorhandenen Widerstände erfolgt. Ferner ist eine Seitenreibung an den Spurkränzen der inneren Räder zu überwinden, die ebenfalls um so größer wird, je kleiner der Krümmungs-Halbmesser der Bahn ist. Endlich erzeugt das Bestreben eines jeden bewegten Körpers, in gerader oder tangentialer Richtung fortzugehen, eine gewisse Schwungkraft, die zwar auch mit der Abnahme des Krümmungshalbmessers, aber außerdem noch mit dem Quadrate der Geschwindigkeit wächst, womit die Bewegung erfolgt. Durch diese Schwungkraft entsteht nicht nur eine Vermehrung der vorgedachten Seitenreibung, sondern die Räder können auch über die Schienen springen, den Wagen aus den Gleisen bringen und wohl gar umwerfen.

Alle diese Uebelstände sucht man indeß auf mancherlei Weise zu beseitigen.

So gibt man durchgängig dem äußern Radkranze einen Reif, der eine konische Fläche bildet, wie Fig. 295 und zwar von der Art, daß



der äußere Durchmesser A, B ungefähr um 1 Zoll geringer ist als der innere C D. Bei einem Drängen der Räder nach außen, laufen dann dieselben mit verschiedenen Halbmessern auf den Schienen, wodurch allerdings das vorerwähnte Gleiten zum Theil beseitigt wird. Ferner läßt man zwischen Schienen und den Vorsprüngen oder Spurkränzen C, D der Räder, letztere in geradliniger Bahnstrecke laufend angenommen, einen Spielraum C E von ¼ bis 1¼ Zoll, wodurch die Reibung der Räder gegen die inneren Schienenseiten vermindert wird. Zur Begegnung der vorerwähnten Schwungkraft legt man ferner in den Krümmungen der Bahn die äußeren Schienen etwas höher als die innern und zwar um so viel, daß das aus der konischen Form der Radfelgen entstehende Bestreben des Wagengewichtes, nach innen zu gleiten, der nach außen drängenden Schwungkraft gleich ist.

So zweckmäßig aber auch diese Anordnungen erscheinen, erfüllen sie dennoch den Zweck durchaus nicht ganz, weshalb man sich in neuester Zeit mannigfach bemüht hat, die Nachtheile der Bahnkrümmungen auf noch andere Weise zu beseitigen. In letzterer Beziehung verdienen namentlich die Konstruktionssysteme von Laiguel und Arnour erwähnt

zu werden. Laignel gibt jedem der Wageuräder zwei verschiedene Spurkränze von ungleichen Durchmessern; bei den Krümmungen werden dann die Räder mit ungleichem Durchmesser auf die Schienen gebracht, in den geradlinigen Bahnstrecken die Räder von gleichem Durchmesser. Arnoux konstruirte (gegliederte) Wagen, deren Gestalt der der gewöhnlichen Kutschwagen ähnlich ist, mit Langwied und Reihnagel, verbindet je zwei dieser Wagen, nicht, wie es gewöhnlich geschieht, durch Ketten, sondern durch eine Art von Lenker und ordnet überhaupt alles so an, daß jeder einzelne Wagen eines Zuges in der Kurve diejenige Stellung einnimmt, die für die Anwendung der kleinstmöglichen Zugkraft nöthig ist*).

Ueber beide wird aber erst die Erfahrung entscheiden müssen, da eigentliche Anwendungen in größerm Maßstabe und bei Bahnen mit starkem Betriebe noch nicht gemacht worden sind.

Die meisten englischen Ingenieure lassen bei den Hauptlinien der Bahn, in der Regel keine Krümmung zu, die mit einem kleinern Halbmesser als ¾ englische Meile beschrieben ist, wobei sie ferner noch annehmen, daß ein Austreiben der Wagen von der Bahn durch die Schwungkraft nicht eintritt, wenn bei 10 englischen Meilen Geschwindigkeit pro Stunde die konvere Schiene um 0,07 Zoll, bei 15 Meilen 0,2 Zoll und bei 20 Meilen 0,36 Zoll höher gelegt wird als die konkave; Ausnahmen von dieser Regel lassen sie nur bei der Einmündung von Zweigbahnen in die Hauptbahn und in der Nähe der Stationsplätze zu.

Was die früher erwähnte dritte Bedingung bei Etablirung einer Eisenbahnlinie, die zweckmäßige Vertheilung der Einschnitte oder Abträge (deblais, cuttings) und Auffüllungen, Aufträge (remblais, embankments) betrifft, so sind diese wo möglich so zu wählen, daß man die letztern aus der erstern macht.

Wichtig ist dies besonders dann, wenn an gewissen Stellen, wo z. B. Aufträge nöthig werden, Erdmassen zur Seite der Bahn gar nicht vorhanden sind, oder sich daselbst theure Felder, Grundstücke ꝛc. vorfinden. Unter solchen Umständen darf man oft eine gehörige Ausgleichung des Auf- und Abtrages dann nicht scheuen, wenn selbst große Transportweiten der Massen nöthig werden.

2. Unterbau. Unter dem Unterbau versteht man alle diejenigen Theile einer Bahn, welche die Schienen mit ihren Lagern, Holzschwellen oder Steinblöcken nebst der Unterbettung zu tragen haben. Es gehört sonach hieher die Konstruktion der Einschnitte und Dämme, der Durchlässe, Brücken, Viadukts und Schächte (Tunnels).

Ganz besondere Aufmerksamkeit erfordern die Aufträge. Zur Erreichung einer größtmöglichsten Festigkeit für solche hat man die aufzuschüttenden Erdmassen in dünnen Schichten aufzutragen, damit das Ineinanderdringen des Materials befördert wird, auch kann man eine jede solche Auffüllung mit Walzen oder Rammen bearbeiten, so wie man ferner das dabei zu verwendende Erdreich vorher von Allem, was durch Fäulniß oder Druck ein Nachsinken veranlassen könnte, gehörig säubern sollte.

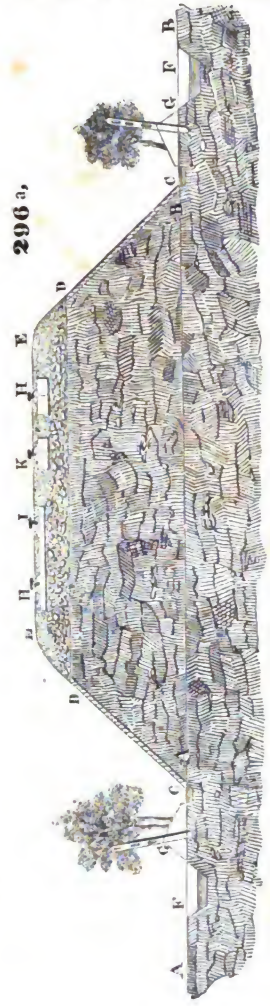
Die Dimensionen der Dämme, so wie des ganzen Unterbaues hängen besonders von zwei Rücksichten ab, nämlich davon, ob die Bahn mit ein oder zwei Gleisen (ein- oder zweispurig) zu erbauen ist, und von der Entfernung der Schienen von einander, von der so genannten Spurweit.

*) Nach dynamometrischen Versuchen, die auf der St. Germain-Eisenbahn mit Wagen nach Arnoux System angestellt wurden, soll bei 50 Meter Krümmungshalbmesser keine größere Zugkraft nöthig gewesen sein, als bei geradlinig gerichteter Bahn. (?)

Digitized by Google

In neuester Zeit, wo man sich von der außerordentlichen Nützlichkeit der Doppelgleise überzeugt hat, erbaut man diese entweder gleich bei der ersten Herstellung der Bahn, oder richtet wenigstens den ganzen Unterbau für zwei Gleise ein.

In Fig. 296 a, ist das Profil eines Auftrages oder Dammes für ein Doppelgleis dargestellt. Hierbei ist A, B die natürliche Oberfläche des Bodens, D, D aber diejenige Ebene in der Höhe des Dammes, die man das Plani-Niveau, die Formationslinie der Bahn nennt und worauf der Oberbau zu liegen kommt.



Die Breite D, D variirt bei einer doppelspurigen Bahn von 26 Fuß bis 40 Fuß, je nach der anzunehmenden Spurweite. Die Böschungsanlagen C, D richten sich sowohl nach der Höhe des Dammes, als nach der Bodenart, in welcher man arbeitet. Gewöhnlich reicht eine Böschung von 1 ½ Basis auf 1 Höhe aus und nur selten hat man nöthig, sie zu 2 Basis auf 1 Höhe zu erweitern. Zur großern Sicherheitsstellung der Böschung, namentlich gegen Witterungseinflüsse, bringt man auf dieselbe gewöhnlich eine mehre Zoll hohe Schicht von Dammerde, und bedeckt diese entsprechend mit Rasen. In Gegenden, wo Steine billiger zu haben sind als Terrain und Erdmassen, macht man die Böschungen steiler und verkleidet sie gehörig mit Futtermauern und Strebepfeilern.

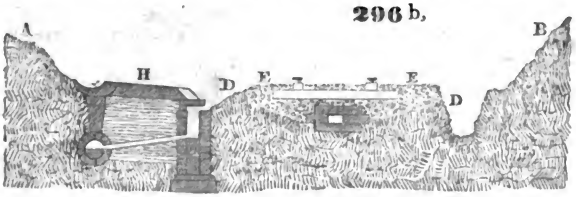
Die Gräben C, C haben die Ableitung des auf die Bahn und Böschungen fallenden Wassers zum Zwecke, wogegen F, F die Trockenlegung des benachbarten Landes bewirken und nebst den kleinen Wällen G, G, ferner den auf letztern angebrachten Zäunen, Hecken, Bäumen u. dgl. zur Einfriedigung der Bahn dienen.

Fig. 296 b, zeigt den Profildurchschnitt eines Abtrages für eine einspurige Bahn, wobei man nicht nur neben dem Planum, sondern auch in den Ausgrabungsanlagen selbst Sammel- und Abzugkanäle H, H für das Wasser angelegt hat. Zur Trockenlegung des Planums selbst, bringt man zuweilen unter demselben noch einen besondern Kanal I an, der mit der Längenrichtung des Abtrages fortläuft und durch Querkanäle in die obigen Seitengräben ausmündet. Dies ist namentlich dann fast unerläßlich, wenn eine gute das Wasser abhaltende Decke auf das Planum nicht erlangt werden kann, oder sumpfiger, quellhaltiger ꝛc. Boden vorhanden ist.

Digitized by Google

Ganz besondere Mittel sind bei der Anlage einer Eisenbahn auf weichem Boden, auf Moorgrund, Sumpf u. dgl. in Anwendung zu bringen. Ein solcher schwieriger Unterbau wurde bei Herstellung der Liverpool-Manchesterbahn nöthig. Daselbst findet sich eine Strecke, das

296 b.

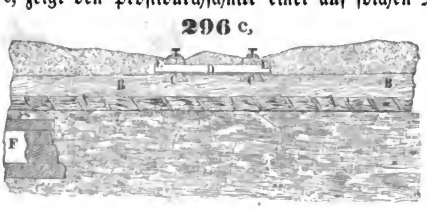


dürre Moos (Chat Moss), ein Moraſt vor, der eine Oberfläche von 12 engl. Quadrat-Meilen (faſt ½ deutſche) einnimmt und ſo weich iſt, daß kein Thier darüber gehen kann und ein eiſerner Stab durch ſein eigenes Gewicht einſinkt. Dennoch mußte die Bahn 4 ½ engl. Meile lang über dieſen Moraſt weggeführt werden.

Da hiernach der Grund des Terrains in ſeiner natürlichen Beſchaffenheit für eine Eiſenbahn an ſich ſchon zu jedem Damme oder Einſchnitte völlig untauglich war, indem Schutt, Thon, Sand und ähnliche Materialien mit der Maſſe zugleich einſanken, ſo ſuchte der Bahningenieur Stephenſon dem Boden ſelbſt brauchbare Maſſe abzugewinnen. Für Dämme wurden nämlich alle 15 Fuß zur Bahnlinie parallele Kanäle gezogen, die dazwiſchen liegenden Theile des Moraſtes abgetrocknet, die in der That ein gutes Material abgaben. Ungefähr das Vierfache des auf gewöhnlichem Boden erforderlichen Materials, reichte zur Bildung der Dämme hin. Auf ähnliche Weiſe wurden die Einſchnitte hergeſtellt. An den Stellen, wo das beſtimmte Bahnniveau ein Fortgehen auf der Mooroberfläche erforderte, wurden, außer den vorerwähnten Gräben, Faſchinen, die mit Haidekraut durchflochten waren, quer über die Längenrichtung der Bahn gelegt und auf dieſe wieder Ballaſt und Schutt geſtürzt.

Fig. 296 c, zeigt den Profildurchſchnitt einer auf ſolchen Moorgrund

296 c.



etablirten Bahn. A, A ſind Faſchinen, B, B die auf dieſelben geſtürzte Schutt- oder Sandlage, C, C Längen und D Querſchwellen, auf welchem letztere wieder Längenhölzer E, E angebracht ſind, die zur Aufnahme der Schienen dienen. F iſt ein Längenkanal zur Abführung des ſich anſammelnden Waſſers, von welchem wieder Querkanäle zur Seite geführt ſind.

In Amerika, wo in der Regel das Holz weit billiger wie auf dem Kontinente von Europa zu haben iſt, ſucht man zuweilen Dämme gänzlich durch Pfahlwerke zu erſetzen. Die Bahn ruht ſodann entweder unmittelbar auf den Köpfen der Pfähle, oder auch auf dieſe geſetzte Holzwände (Truss-Works).

Digitized by Google

Muß eine Eisenbahn über Bäche oder Flüsse weggeführt werden, so sind hiezu entweder Durchlässe oder Brücken anzulegen. Dabei versteht man unter Durchlässe jede Oeffnung, welche dazu dient, irgend einer Wassermasse einen freien Weg durch einen Damm zu gewähren, wobei aber auf der obern Decke oder dem Gewölbe noch ein Theil des Bahnerdkörpers liegt; unter der Brücke aber einen solchen Unterbau, auf dessen Oberfläche die Bahn unmittelbar angebracht ist, der Erdkörper also ganz wegfällt.

Beim Ueberschreiten von Thälern, Niederungen, Morästen u. dgl. machen zuweilen besondere Umstände die Anlage von Dämmen unzulässig, weshalb man die Bahn auf Landbrücken legt, die gewöhnlich den Namen Viadukte erhalten.

Sehr oft läßt sich eine Eisenbahn mit günstigen Steigungsverhältnissen nur dadurch ausführen, daß man unterirdische Wege, durch Erbauung sogenannter Tunnel, etablirt, obwohl anzunehmen sein möchte, da die meist sehr kostspielige Anlage solcher Tunnel bedeutende Kapitalien erfordert, daß nur die alleräußerste Nothwendigkeit hierzu Veranlassung geben sollte *). Vortheilhafter wird es jedenfalls immer sein, bei schwierigen Steigungsverhältnissen stehende Dampfmaschinen zur Unterstützung der Wagenzüge anzuwenden, oder solche Strecken mit Pferden zu befahren, wovon die amerikanischen Bahnen bereits Zeugniß geben.

3. Oberbau. Der Oberbau einer Eisenbahn begreift die zur Lagerung und Befestigung der Schienen gehörigen Theile, die Schienen selbst, die Konstruktion der Straßenübergänge, der Ausweichen, Bahnkreuzungen ꝛc.

Da das Material, woraus die Dämme und Einschnitte bestehen, meistentheils Sand, Thon oder andere Erdmasse ist, welche Feuchtigkeit einsaugt und zurückhält, und wodurch beim Darüberfahren der Wagen Einsenkungen entstehen können, so muß das Planum eine Grundlage (Unterbettung) von Material erhalten, welches das Wasser leicht abzieht und zugleich ein hinlängliches Fundament bildet. Es ist diese Vorsicht zur Sicherung des Oberbaues bei Eisenbahnen beinah noch nothwendiger, als das Anbringen von Sand unter dem gewöhnlichen Steinpflaster. Eine solche Unterbettung besteht gewöhnlich aus grobem Sande oder Steinschlag; in den kohlenreichen Distrikten Englands benutzt man hierzu recht vortheilhaft Steinkohlenklein. Fig. 296 a, und Fig. 296 b, ist bei D, E die Unterbettung leicht erkennbar.

Was die fernere Unterstützung der Bahnschienen betrifft, so besteht diese entweder aus Holz oder Stein. Wendet man Holz an, so legt man die aus demselben entsprechend geschnittenen Stämme oder gehauenen Balken (Schwellen) entweder quer auf die Unterbettung (Querschwellen) oder in der Längenrichtung derselben (Längenschwellen).

Die Unterstützung selbst, welches Material man immer anwenden mag, zieht sich entweder unter der ganzen Schienenlage hin, oder man bringt eine solche nur in einzelnen Punkten der Schienen an.

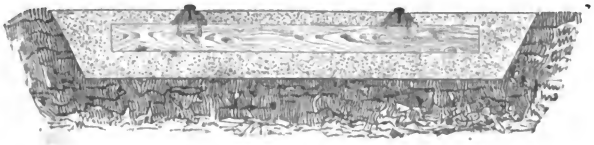
In den nachstehenden Figuren zeigt 297 a, den Quer- und 297 b, den Längendurchschnitt einer unterbrochenen Unterstützung aus Holzquerschwellen gebildet; Fig. 297 c, und 297 d, Querdurchschnitt und Grundansicht einer aus Holzlangschwellen gebildeten ununterbrochenen Unterstützung; Fig. 297 e, und 297 f, so wie Fig. 297 g, und 297 h, zeigen aus Steinblöcken gebilde Unterstützungen.

*) In England scheut man den Tunnelbau minder. Auf der London-Brighton Bahn (50½ engl. Meilen lang) sind deren 6 zu finden. Dabei ist aber die Ausführung, um Kosten zu sparen, gewöhnlich so schlecht, daß von 1840 bis 1841 auf verschiedenen Bahnen nicht weniger als 5 Tunnel zum Einsturze kamen.

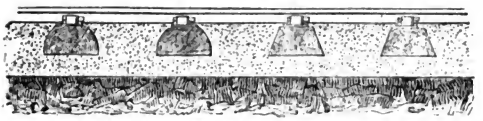
Digitized by Google

Bei einer Holzunterstützung muß das dazu verwandte Holz von besonderer Güte sein; gewöhnlich wählt man Eichenholz, zuweilen wohl auch Eschen-, Ulmen-, Lerchenholz ꝛc. Um diesen Hölzern eine möglich

297 a,

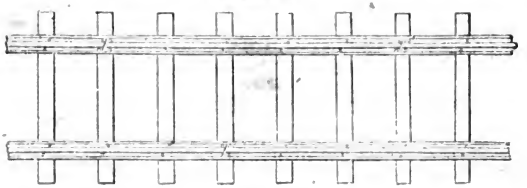


297 b,



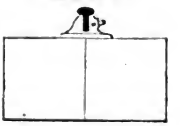
297 c,

297 d,

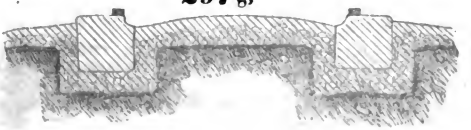


297 e,

297 f,

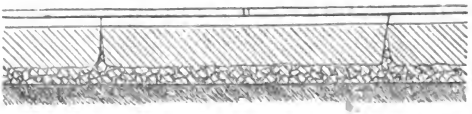


297 g,



Digitized by Google

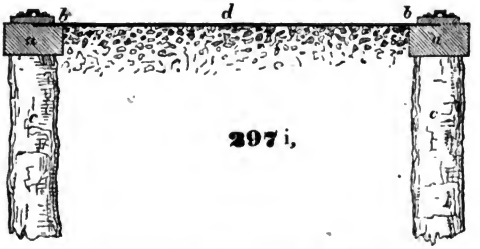
297 h,



lange Dauer zu geben, präparirt man dieselben nach der Methode des Engländers Kyan. Man legt nämlich das Holz in ein Gefäß, welches mit einer Auflösung von Queckſilberſublimat und Waſſer (1 Pfd. zu 20 Quart Waſſer) ſo weit gefüllt iſt, daß die Flüſſigkeit das Holz ganz bedeckt und läßt letzteres eine der Gattung und Stärke des Holzes entſprechende Zeit darin liegen; neuerdings hat man auch angefangen, die gedachte Auflöſung in das Holz mittelſt der hydrauliſchen Preſſe einzutreiben. Indeß iſt die ganze Methode etwas koſtſpielig und die bis jetzt damit erlangten Reſultate nicht überall gleich günſtig*).

Langſchwellen wendet man nur bei einer ununterbrochenen Unterſtützung an. Die Dimenſionen derſelben richten ſich nach der Holzgattung und darnach, ob die Bahn mit ſchweren Maſchinen befahren wird oder nicht. Deshalb variirt die Dicke oder Höhe von 6 bis 10 Zoll, die Breite von 9 bis 14 Zoll und ihre Länge von 12 bis 20 Fuß.

Da gewöhnlich die Langſchwellen allein eine hinlängliche Unterſtützung nicht gewähren, ſo legt man dieſelben entweder noch auf Querſchwellen, wie Fig. 297 e, und 297 d, oder auf in entſprechenden Entfernungen eingetriebene Pfähle, wie Fig. 297 i. In letzterer Figur ſind a, a, die



297 i,

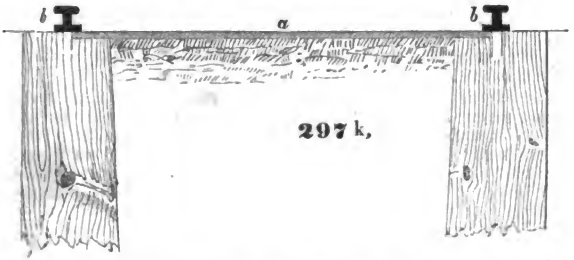
Längenſchwellen, auf welche zur Aufnahme der Schienen eichene Brettchen b, b genagelt ſind, d zeigt eine eiſerne Verbindungsſtange der Schwellen, um deren Ausweichen zu verhüten. Die Pfähle c, c werden ſehr oft auch ſo geſchlagen, daß die in der einen Reihe nicht mit der der andern Reihe korreſpondiren.

Zuweilen legt man die Schienen auch unmittelbar auf die Köpfe der Pfähle wie Fig. 297 k. Hierbei werden die Pfähle ſehr nahe an einander eingetrieben und allenfalls durch eiſerne Querſtangen a zu beiden Reihen verbunden; die Schienen b, b müſſen dabei eine hinlängliche Stärke haben, um nicht unter der darauf fortzubewegenden Laſt zu oszilliren.

*) Die in neueſter Zeit von Dr. Bourgery entdeckte Methode der Konſervation des Holzes, nämlich die Lebenskraft eines Baumes zu benutzen, um demſelben verſchiedene Salzauflöſungen, wie eſſigſaures Bleioxyd ꝛc. zu infiltriren, wird jedenfalls recht vortheilhaft für Eiſenbahn-Bauhölzer benutzt werden können.

Digitized by Google

Bei einer ununterbrochenen Steinunterstützung, wie Fig. 297 g, und 297 h, ist eine Längenverbindung der Steine nicht nöthig, indem dies hinlänglich durch die aufgelegte Schiene bewirkt wird.



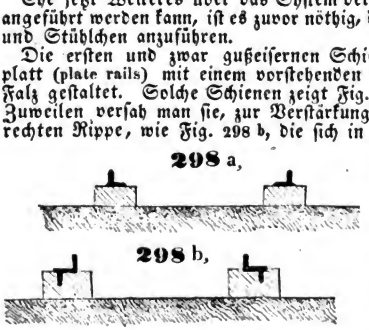
Obwohl eine ununterbrochene Unterstützung der Schienen der Stabilität einer Eisenbahn am entsprechendsten zu sein scheint, wenn anders die seitlichen Ausweichungen verhütet werden, so veranlaßt doch die dabei nothwendige große Masse von Holz oder Stein meistentheils eine unterbrochene Unterstützung. Hierzu sind aber stärkere Schienen anzuwenden, auch können letztere, wenigstens nicht vortheilhaft, keine Befestigung unmittelbar auf den Schienen erhalten, sondern es sind hierzu besondere Träger oder Stühlchen (Chairs) anzuwenden.

Was das Material der unterbrochenen Unterstützung betrifft, so findet man bei den meisten englischen Bahnen im Auftrage Querhölzer, im Abtrage aber Steinblöcke angewandt. Wenn später die Fäulniß der Hölzer einzutreten beginnt und sich die Erdaufschüttungen gehörig gesetzt haben, ersetzt man auch diese durch Steinblöcke.

Auf dem Kontinente wendet man neuerdings gar keine Steinblöcke zur Unterstützung an, obwohl der fast überall sich kund gebende Holzmangel für solche zu sprechen scheint. Der Grund hievon liegt darin, daß sich die Steinblöcke nach allen Richtungen leicht verschieben, der Bahn nicht die gehörige Stabilität geben und namentlich beim Darüberfahren gewöhnlich so entsetzliche Stöße veranlassen, daß sich die in den Wagen befindlichen Personen an den Sitzen festhalten müssen, um nicht fortwährend hin- und hergeworfen zu werden.

Ehe jetzt Weiteres über das System der unterbrochenen Unterstützung angeführt werden kann, ist es zuvor nöthig, die Konstruktion der Schienen und Stühlchen anzuführen.

Die ersten und zwar gußeisernen Schienen der Eisenbahnen waren platt (plate rails) mit einem vorstehenden Rande, etwa wie ein halber Falz gestaltet. Solche Schienen zeigt Fig. 298 a, im Profildurchschnitte. Zuweilen versah man sie, zur Verstärkung, nach unten mit einer senkrechten Rippe, wie Fig. 298 b, die sich in der Längenrichtung nach den Enden der Schiene verlief, also in der Mitte die größte Höhe hatte. Auf dem horizontalen Theile dieser Schienen liefen die mit ganz ebenen Felgen versehenen Räder, der obere Rand der Schiene hinderte sie an dem Herabgleiten. Das Anbringen dieses Randes an der innern Seite, wie Fig. 298 b, diente noch dazu, die etwa von den Füßen der Pferde in Bewegung gesetzten



Digitized by Google

Steine von den Schienen abzuhalten. Die Breite oder Spurweite dieser von den Engländern **Tram-roads** oder **Rail-roads** genannten Schienenwege, war in der Regel weit geringer als bei den neuern Eisenbahnen und betrug höchstens 3 bis 3½ Fuß.

Gegenwärtig sind diese Rinnenschienen beinahe völlig aus dem Gebrauche gekommen, weil sich in dem Falze derselben Staub, Schmutz und Nässe festsetzt, überhaupt die Reibung vermehrt und die Abnützung der Schienen und Wagenräder beschleunigt wird.

Man gab deshalb den Schienen eine rückenförmige, über der Befestigungsfläche hervorspringende Gestalt, den Rädern aber vorstehende Ränder, Spurkränze, um sie auf den Schienen zu erhalten. Fig. 295. Die Engländer nannten diese Schienen **edge-rails**, was wir deutsch am besten mit „Stabschienen" bezeichnen. Die Länge dieser gußeisernen Stabschienen betrug 3 bis 4 Fuß, ihr Querschnitt hatte anfangs eine beinahe rechteckige Gestalt, später gab man ihnen oberhalb, am Kopfe, mehr Breite als unterhalb, brachte wohl auch noch manche andere Veränderungen an, bis sie endlich die Querschnittform eines **T** erhielten, welches auch im Allgemeinen diejenige ist, namentlich bei einer unterbrochenen Unterstützung, die sie heut zu Tage haben.

Das Unterstützungssystem der Schienen war hierbei das unterbrochene, weshalb man letzteren, zur Befestigung auf den Steinblöcken oder Eisenschwellen, anfänglich in entsprechenden Entfernungen Lappen anbog, durch welche man Nägel schlug. Da jedoch diese Befestigungsart oft häufiges Brechen der Schienen erzeugte, so kam man auf die Idee, zwischen Schienen und Tragstein oder Schwelle noch einen dritten Körper, einen Stuhl (**chair**) von gegossenem Eisen anzubringen.

Gußeiserne Schienen brachen demohngeachtet noch leicht, auch erzeugten sie einen harten Gang des Fuhrwerks, da ihnen überhaupt der nöthige Grad von Elastizität fehlte; hierzu kam noch ihre geringe 3 bis höchstens 6 Fuß betragende Länge, wodurch manches andere, für die Bahn nachtheilige Uebel herbeigeführt wurde. Man bemühete sich deshalb bald Schienen aus gewalztem oder geschmiedetem Eisen herzustellen.

Anfänglich machte man solche Schienen ganz flach mit rechteckigem Querschnitte von 1 bis 2 Zoll Breite und 3 Zoll Stärke bei verschiedenen Längen, bis man nach und nach durch zweckmäßige Konstruktion der Walzwerke dahin gelangte, auch Schienen mit **T** Querschnitt zu erzeugen.

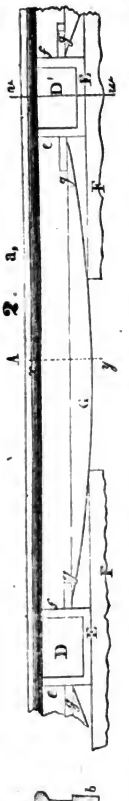
Seit dieser Zeit werden fast ausschließlich für Eisenbahnen jedes Konstruktionssystems gewalzte Schienen angewandt *).

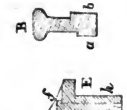
Fig. 299 a, zeigt eine der gewalzten Schienen nebst gußeisernem Stuhl, wie solche von Herrn Stephenson zuerst auf der Liverpool-Manchester-Bahn gelegt wurden. Die Länge dieser Schienen beträgt 15 Fuß, die Kopfbreite 2 Zoll; sie sind in Längen von 3 Fuß, zum Auflegen auf die Stühle, getheilt, also in 5 Punkten unterstützt und ihr Gewicht beträgt pr. Yard (3 engl. Fuß) 35 Pfd. B und C sind Durchschnitte dieser Schiene und zwar der erste durch die Mitte x, y einer 3 Fuß langen Abtheilung, da wo die Schiene am höchsten ist, genommen, letzterer durch die niedrigste Stelle nach v, w, wo sie auf dem Stuhle D und D' aufliegt.

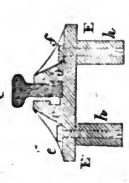
*) Neuerdings haben verschiedene Ingenieure, namentlich für unterbrochene Unterstützung, wieder gußeiserne Schienen vorgeschlagen. Kann man das Brechen verhindern, so bieten sie allerdings den Vortheil dar, daß, bei Krümmungen, die Schienen gleich solchen entsprechend gegossen werden können, während das Biegen der gewalzten Schienen sehr kostspielig und zeitraubend ist. Hiezu möchte noch anzuführen sein, daß man gegenwärtig die gußeisernen auch bis zu 15 Fuß Länge herzustellen weiß und ihr Preis gegen Walzschienen weit geringer ist.

Digitized by Google

Wie aus B ersichtlich ist, befinden sich an der Schiene zwei Seitenverstärkungen a und b, wovon die zweite durch die ganze Schienenlänge fortgeht, die erste (a) aber aufhört, ehe die Schiene den Auflagepunkt im Stuhle erreicht. Die gußeisernen Stühle selbst bestehen aus einem platten Fuße E, E, mit zwei aufrecht stehenden Böcken (Stuhlwangen) D, D, die mit Verstärkungsrippen e, f versehen sind. In die innern Seitenwände des Raumes, welchen die Schiene aufnimmt, sind Vertiefungen eingegossen, wovon in die eine die Seitenverstärkung b der Schiene tritt, die andere c zur Aufnahme eines schmiedeeisernen Keiles g dient, um die Schiene in dem Stuhle befestigen zu können.







Die Befestigung der Stühle auf den Steinblöcken F, geschieht durch starke eiserne Nägel, die durch den Fuß E gehen und wozu die entsprechenden Oeffnungen im Blocke vorher mit Holzpflöcken h ausgefüttert sind.

Schienen von der eben beschriebenen Form, die im Allgemeinen auch mit der Fig. 297 e, übereinstimmt, nennt man des Bauches G wegen, Fischbauch- (fish-bellied) Schienen, die jedoch gegenwärtig durch andere ersetzt werden, deren Querschnitte durchaus gleich sind und die man deshalb parallele (parallel) Schienen nennt. Eine Schiene letzterer Art nebst dazu gehörigem Stuhl zeigt Fig. 299 b, und zwar stellt A die Seitenansicht und B einen Durchschnitt nach der Linie a, b von A genommen, dar.

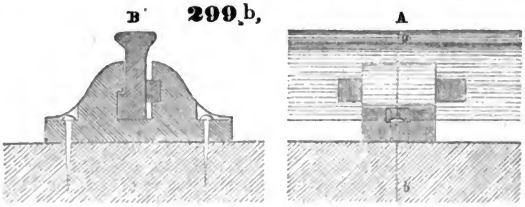
Ueber die Vorzüge der einen oder der andern bemerkten Schienenformen läßt sich ungefähr folgendes sagen. Will man die Schiene als einen Körper gestalten, der mit beiden Enden frei aufliegend, in allen seinen Querschnitten einerlei Tragkraft besitzt, so lehrt allerdings die Theorie, daß die untere Begrenzungslinie desselben eine krumme, und zwar eine Ellipse sein muß, wonach man auch die Fischbauchschiene gestaltete; allein eine 15 Fuß lange Schiene wird nicht nur an ihren Enden, sondern auch zwischen demselben unterstützt, wonach der genannte theoretische Satz streng genommen unanwendbar ist, nicht zu gedenken, daß die Schiene überdies noch durch das Einkeilen in die Stühle ziemlich stark geklemmt wird. Bei gleicher Länge beider Schienen hat die parallel gestaltete ungefähr 10 Procent mehr Gewicht als die Fischbauchschiene, dafür biegt sich aber auch letztere beim Darüberfahren etwas mehr, so wie die Parallelschiene endlich noch den Vortheil gewährt, daß man sie, sollte dieselbe in einigen Punkten für zu schwach befunden werden, in solchen Punkten ebenfalls unterstützen und sonach beträchtlich verstärken kann, ohne daß eine gewöhnlich kostspielige Auswechselung vorzunehmen ist. Die Herstellung beider Schienenarten geschieht übrigens neuerdings gleich leicht.

Die bei den neuern Eisenbahnen nothwendig gewordenen großen Transportzüge, die zugleich mit bedeutenden Geschwindigkeiten bewegt werden müssen, machten auch gewichtigere Dampfwagen nothwendig, wobei sich dann bald ergab, daß ein Gewicht der Schienen von 30 bis 35 Pfd. pr. Yard nicht ausreichte, und weßhalb man denn Schienen konstruirte, die pr. Yard 50, 60, ja bis 78 Pfd. wiegen. Eine eben solche Gewichtsvermehrung mußten natürlich auch die Stühle erfahren,

Digitized by Google

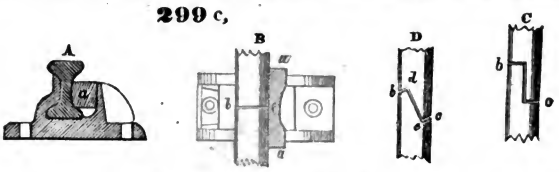
so daß man gegenwärtig, statt der frühern Gewichte der Stühle von 6 bis 11 Pfd. für die Zwischenpunkte, 20 bis 28 Pfd. Gewicht und für die Fugen oder Zusammenstoßungen 24 bis 34 Pfd. annimmt.

299 b.



Eine solche Schiene nebst Stuhl zeigt Fig. 299 c, und zwar A den Durchschnitt und B die Grundansicht derselben. Das Gewicht dieser bei der London-Birmingham und Grand-Junktion-Bahn angewandten

299 c.



Schiene beträgt pr. Yard 65 bis 75 Pfd. Die Befestigung derselben in dem Stuhle wird durch einen Holzkeil a aus sehr trockenem Eichenholze bewirkt.

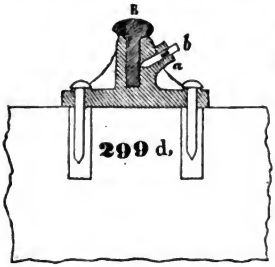
Was die Fugen oder Stöße der Schienenenden betrifft, so machte man diese, wie B zeigt, gerade und rechtwinklig zur Schienenare, allein da es einleuchtend ist, daß, je schroffer der Unterschied der beiden Enden hervortritt, derselbe desto nachtheiliger auf die darüber gehenden Wagen wirken muß, so hat man die Stöße wie bei C und D angegeben gebildet, wofür man wohl auch zuweilen eine nur schräge, einen Winkel von 45 Grad bildende Richtung d e allein wählt. Wie die Figuren zeigen, ist an den Stößen ein freier Spielraum gelassen, der höchst nöthig ist, indem der Temperaturwechsel Ausdehnungen und Zusammenziehungen der Schienen erzeugt, so daß die Längendifferenz zwischen $^1/_8$ und $^3/_{16}$ Zoll beträgt.

Da das Befestigen der Schienen in den Stühlen mittelst gewöhnlicher Eisen- oder Holzkeile mancherlei Uebelstände, namentlich das Nachlassen der letzteren mit sich führt, so hat man mancherlei andere Befestigungsmethoden vorgeschlagen. Eine solche zeigt Fig. 299 d. Dabei ist a ein an dem Ventikalbacken angegossener Zylinder, in welchem sich eine Oeffnung zur Aufnahme eines Bolzens b befindet, c ist ein schmiedeeiserner, geschlitzter, gleichsam eine Feder bildender Keil, der durch den Stuhlbacken und Bolzen b geht, welcher bewirkt, daß das zugespitzte Ende des Bolzens fortwährend niederwärts gegen eine in der Schiene befindliche Rinne d, d preßt. Statt des oben beschriebenen Bolzens hat man auch gußeiserne Kugeln a Fig. 299e angewandt, die durch eine Oeffnung b des Backens eingeführt und ebenfalls mittelst eiserner geschlitzter Keile c gegen die Rippe der Schiene angetrieben werden.

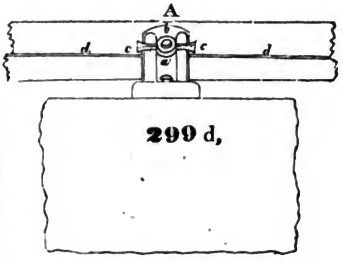
So vortrefflich aber auch diese Ideen sind, führen sie doch das Uebel der künstlichen und kostspieligen Ausführungen mit sich, weßhalb man immer wieder auf die gewöhnliche Keilbefestigung zurückgekommen ist.

Digitized by Google

Bei einem ununterbrochenen Unterstützungssysteme, namentlich wenn dasselbe aus Holz gebildet wird, wendet man gewöhnlich sogenannte



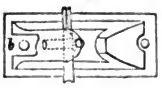
299 d.



299 d,

breitbasige Schienen, Fig. 299 f, an. Dabei ist A eine Schiene, die man wohl auch, wie unter andern bei der Berlin-Anhalter Bahn für unterbrochene Unterstützung benutzt. Bei genannter Bahn hat die Schiene 15' preuß. Fuß Länge, wobei sie durch 6 Holzschwellen unterstützt wird und pr. Yard 51 Pfd. wiegt. Von der Form B, versprach man sich mehr Stabilität, indeß ist es wegen ihrer geringen Höhe klar, daß sie weniger Tragkraft besitzt. Die Schienen der Braunschweig-Harzburger Bahn haben diese Form, ebenfalls die der Leipzig-Dresdener Bahn, woselbst man sie aber auf Querschwellen gelegt hat. Die Befestigung dieser Schienen auf den Holzschwellen geschieht gewöhnlich durch eiserne Hakennägel a. Als ein Uebel der Schienenform B, führt man gewöhnlich an, daß die obere Seitenkante, welche dem Drucke und der Einwirkung der Wagenräder am meisten ausgesetzt ist, sich mitunter ablöst. Indeß möchte dies nur dann der Fall sein, wenn das Eisen überhaupt schon eine undichte Stelle hat.

299 e



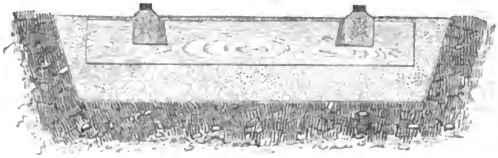
299 f,

Letzteres will man namentlich durch die Hohlschienen (bridge-rails) C vermeiden, wobei man der Meinung war, daß durch diese Form bei gleichem Gewichte mit B die Tragkraft vergrößert würde, was allerdings nicht der Fall ist, und wovon namentlich die Great-Western-Bahn Zeugniß gibt, indem daselbst diese Schienen durch die gewichtigen Lokomotiven zerdrückt oder verbogen werden. In Deutschland hat die Magdeburg-Leipziger Bahn diese Schienenform angenommen. D zeigt Evans-Patentschiene, neuerdings auf der Berlin-Frankfurter-Bahn angewandt. Dabei ist die innere Aushöhlung schwalbenschwanzförmig gebildet und man befestigt sie nicht mit Haken oder Schrauben auf den Holzlangschwellen, sondern mittelst eines ebenfalls schwalbenschwanzförmigen gebildeten Bolzen b, der durch die ganze Holzdicke geht und unterhalb mit Schraube und Mutter versehen wird. Letztere Befestigungsmethode hat indeß den Nachtheil, daß man bei Reparaturen oder Auswechselungen zur Seite der Schiene die ganze Unterbettung aufreißen muß.

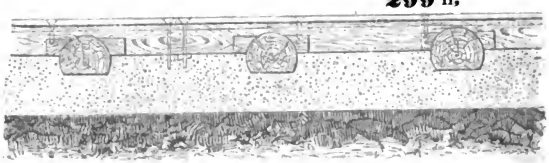
Digitized by Google

Für ununterbrochene Unterstützungen hat man in Amerika, bei einem großen Theile der dort ausgeführten Eisenbahnen, auf das Längenholz genagelte oder geschraubte schmiedeeiserne Schienen, Fig. 299g und Fig. 299h von 2 bis 2½ Zoll Breite, ½ bis ¾ Zoll Stärke und 12 Fuß Länge angewandt.

299 g.



299 h.



So sinnreich und zweckmäßig aber auch dies System ist und so sehr dasselbe selbst von Gerstner in seinen Berichten über amerikanische Eisenbahnen gerühmt und empfohlen wird, ist es doch mit Mängeln verbunden, welche ihre Ursachen in dem Materiale und in dem Systeme selbst haben, und die auch durch die vollkommenste Ausführung nicht ganz zu vermeiden sind, wie die Erfahrungen in Deutschland, namentlich auf der Leipzig-Dresdener und der Ferdinands-Nordbahn hinlänglich bestätigen. Vor allem verursacht das System der Flachbahnschienen häufige Reparaturen, weil der unmittelbar unter den Schienen befindliche Längenbalken, dem Wechsel von Nässe und Trockenheit ganz ausgesetzt, sehr bald mürbe wird und dem Drucke nicht mehr widerstehen kann. Endlich setzt die Oberfläche der Bahn, der vielen sich häufig über die Schienen erhebenden Nägel oder Schrauben wegen, der Bewegung der Wagen einen höchst nachtheiligen Widerstand entgegen, anderer Uebel gar nicht zu gedenken.

Was nun überhaupt das früher vermiedene Urtheil über ununterbrochene und unterbrochene Unterstützung der Schienen betrifft, so möchte, namentlich für Deutschland, wo der Holzmangel immer fühlbarer wird, anzunehmen sein, daß dem letzteren der Vorzug gebührt, umso mehr noch als Querschwellen ein seitliches Ausweichen der Schienenstränge gänzlich vermeiden und überhaupt eine größere Stabilität der Bahn erzeugen. Jedenfalls wird daher das Querschwellensystem, welches man auf den Bahnen Belgiens durchgängig angewandt findet, immer mehr die Oberhand gewinnen, da es sich neuerdings auch auf der Ferdinands-Nordbahn, in der Form wie man Fig. 297a und Fig. 297b abgebildet findet, durchaus bewährt hat.

Ein wichtiger Gegenstand der Eisenbahnen ist die Spurweite, die die Entfernung zwischen den beiden innersten, obersten Kanten der Schienen. Wie früher bemerkt, betrug diese bei den ersten Bahnen (**Tram-Roads**) nicht mehr als höchstens 3½ Fuß, eine Entfernung, die sich mit der Einführung der Dampfwagen als Zugkraft erweitern mußte. Die ersten brauchbaren Dampfwagen wurden von **Stephenson** in England erbaut und von diesem eine Spurweite von 4 Fuß 8½ Zoll

Digitized by Google

englisch, die gewöhnliche Weite der Wagenspur auf Landstraßen, fest gesetzt. Da nun die Genannten die meisten Lokomotiven für Eisenbahnen in England, besonders aber auch für die auswärtigen Bahnen zu verfertigen erhielten, so kam es, daß obige Spurweite fast überall eingeführt wurde und namentlich alle bis jetzt ausgeführten deutschen Eisenbahnen dieselbe angenommen haben. In neuerer Zeit hat man indeß diese Spurweite für zu schmal erklärt, da sie in der That die Dimensionen der gegenwärtig ziemlich gewichtigen Lokomotiven sehr beschränkt, auch nur kleine Räder zuläßt, wenn anders der Schwerpunkt eines Wagens nicht unvortheilhaft hoch zu liegen kommen soll. Deshalb hat man auch bei mehreren neuern Bahnen die Spurweite größer, ja bei der Great-Western-Bahn sogar zu 7 Fuß englisch angenommen. Letzteres Maß ist aber jedenfalls viel zu viel, da durch eine so große Weite die Herstellungskosten einer Bahn, die Preise der Lokomotiven und Wagen sich außerordentlich vermehren, auch mit der Entfernung der an einerlei Axe sitzenden Räder, das früher bemerkte Gleiten oder Schleifen der letztern, namentlich in den Bahnkrümmungen, so wie die Reibung der Spurkränze an den Schienen bedeutend größer wird.

An letzterem und namentlich auch darin, daß eine Bahn mit größerer Spurweite als 4 Fuß 8½ Zoll sich von allen übrigen bereits bestehenden Bahnen isoliren würde, liegt es jedenfalls, daß man fast bei allen deutschen Eisenbahnen die schmale Spurweite beibehalten, ja sie sogar, wie unter andern in Preußen, gesetzlich gemacht hat, obwohl eine Weite von 5 bis 5¼ Fuß den Vorzug verdient hätte.

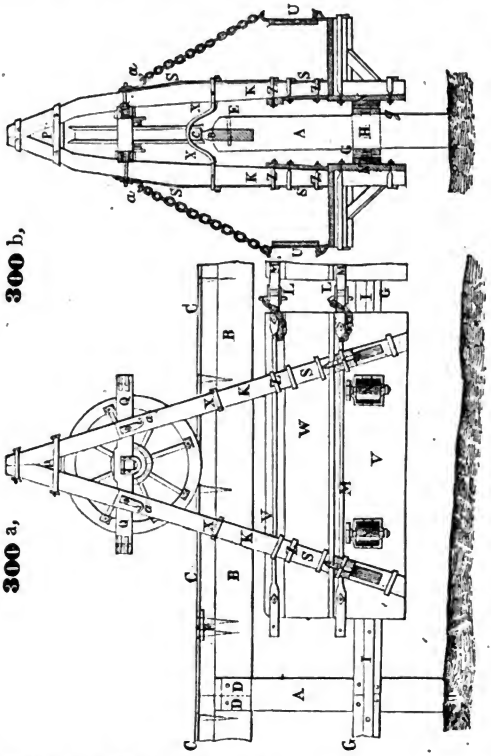
Ist die Spurweite einer Bahn festgesetzt, so läßt sich die obere oder Kronenbreite E, E der Dämm Fig. 296 a, leicht bestimmen. Nimmt man nämlich bei einer doppelspurigen Bahn den Raum F, K, zwischen den beiden Schienensträngen zu 6 Fuß, die Breite E, H, an den Außenseiten der Schienen oder die sogenannten Bankets zu 4 bis 5½ Fuß, so beträgt die Kronenbreite, bei 4 Fuß 8½ Zoll Spurweite, 23 bis 26 Fuß.—

Außer den bis jetzt beschriebenen Systemen von Eisenbahnen verdient ein von allen diesen abweichendes angeführt zu werden, welches der baiersche Oberbergrath von Bader angegeben, der Ingenieur Palmer in England aber zuerst ausgeführt hat. Hierbei besteht die Bahn aus einem einzigen Schienenstrange, welcher über der Erdoberfläche auf einem Gerüste befestigt ist und weshalb man das Ganze auch schwebende Eisenbahn genannt hat. Die Wagen haben nur ein Rad und auf jeder Seite sind Behälter angebracht, in welche die zu transportirenden Waaren geladen werden, die daher ein ziemlich gleiches Gewicht haben müssen. Der Betrieb dieser Bahn geschieht mittelst Pferden, die zur Seite gehen und an einem langen Seile ziehen.

Fig. 300a und 300b sind Abbildungen dieser Bahn nebst den zugehörigen Wagen, wie man sie gegenwärtig beim Festungsbaue in Posen benutzt, und zwar zeigt erstere Figur die Seitenansicht, letztere einen Vertikaldurchschnitt derselben. Was die Bahn und ihren Unterbau betrifft, so sind A, A vertikalstehende hölzerne Ständer, die bis zu ¼ ihrer Höhe in die Erde eingelassen sind und 12 Fuß von einander entfernt stehen. Oberhalb derselben ist eine starke eichene Bohle B auf die hohe Kante eingelassen, auf welcher die schmiedeeiserne, 1½ Zoll breite und ¼ Zoll dicke Schiene C, mittelst Schrauben befestigt ist. Die Verbindung zwischen Bohlen und Ständern geschieht überdies durch Bolzen D, E. An den Enden F sind die Schienen schief zusammengestoßen und unter die Fugen Eisenstücke gelegt. An die Ständer A sind Seitenbretter G, G und auf diese wieder Schienen J, J genagelt, welche zur Leitung des Wagens und zugleich zur Verminderung der dabei entstehenden Reibung dienen. Die Wagen dieser Bahn sind aus vier starken Bäumen K gebildet, die bei P, in einer Spitze zusammenlaufen und daselbst entsprechend verbunden sind. Gegen äußere Beschädigungen sind die Bäume durch Eisenschienen S gesichert.

Digitized by Google

Das Rad dieses Wagens liegt mit den Zapfen seiner Axe in dem Rahmen Q, Q. Ein unter dem Rade angebrachter eiserner Bügel x hält die Bäume K, K aus einander und gibt dem Wagen seinen ganzen



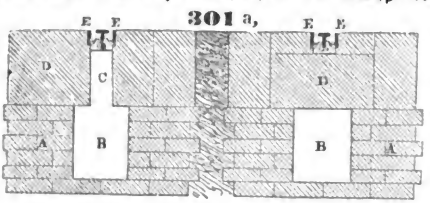
Halt. W und V sind Seitenbretter des Wagens, wovon letzterer Friktionsrollen N, N trägt, die das Schwanken des Ganzen verhindern und an der Schiene J, eine Bahn finden. Zwei solcher Wagen sind immer durch ein Scharnier L M verbunden und bilden gleichsam einen Doppelwagen, die Verbindungsschienen hindern die schwankende Bewegung in der Längenrichtung der Bahn und dienen zugleich zur Befestigung der Zugleine für das seitwärts gehende Pferd.

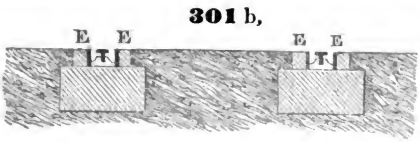
Obgleich sich diese schwebenden Eisenbahnen für große Personentransporte nicht eignen, so sind sie doch zu Baumaterialien-Transporten, für Steinkohlenbergwerke u. dgl. recht brauchbar.

Wir wenden uns nunmehr zu den liegenden, oder Bahnen mit zwei Schienensträngen, um das anzuführen, was sich auf besondere Theile des Oberbaues, wie Straßenübergänge, Ausweichen u. dgl. bezieht.

Digitized by Google

Fig. 301 a und Fig. 301 b zeigen, wie der Uebergang einer Eisenbahn bei Chausseen bewirkt wird. A, A ist Mauerwerk, durch welches zugleich Kanäle B, B zur Aufnahme des Straßenkothes und Abführung des Wassers gebildet sind. Hierzu sind diese Kanäle oben offen mit Ausnahme der Stellen, wo sie von den Tragsteinen D oder den Stühlen der Schienen bedeckt sind. Zwischen jeder Schiene liegen gußeiserne Tafeln E, E, welche durch Bolzen mit einander verbunden sind und zwischen sich und den Schienen $1\frac{1}{4}$ Zoll freien Raum lassen. Diese Tafeln, deren obere Kanten mit den Schienenköpfen gleich hoch liegen, dienen zur Abhaltung der Chaussee-Steine, so wie dazu, die Schienen gegen den Stoß der Räder zu schützen, die auf der Chaussee darüber gehen.





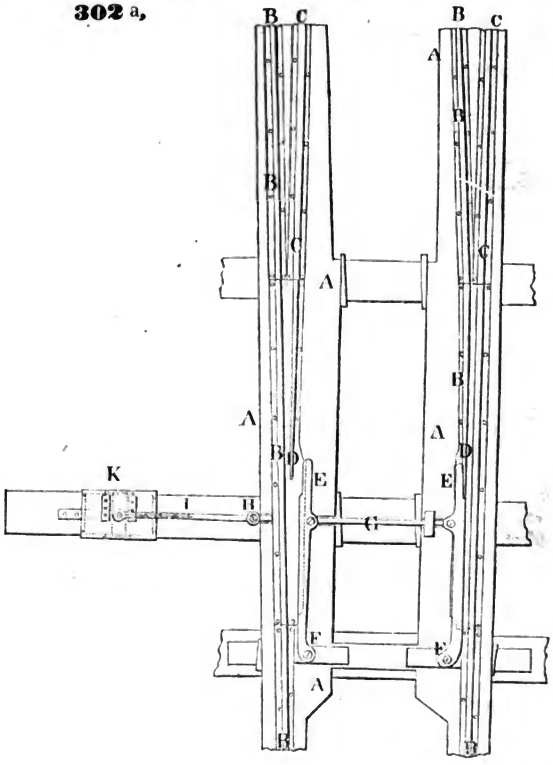
Gewöhnlicher ist die Einrichtung Fig. 301 b, wo die Kanäle B wegfallen und das Reinigen der Zwischenräume durch die Bahnwärter verrichtet wird.

Bei einspurigen Bahnen geschieht es sehr oft, daß zwei Wagenzüge einander begegnen, oder einer den andern überholen muß, weßhalb von der Hauptbahn ab Seitenbahnen oder Ausweichstellen angebracht werden müssen. Aber auch bei doppelspurigen Bahnen sind namentlich in den Bahnhöfen, wo zwei, drei, vier und mehr Bahnen liegen, um aus der Hauptbahn mit dem Wagenzuge nach jeder beliebigen Seitenbahn gelangen zu können, solche Ausweichstellen nothwendig. Um dabei den Wagenzug aus dem einen Gleise auf ein anderes zu leiten, dienen die Ausweichvorrichtungen (Weichen), wie eine solche Fig. 202 a im Grundrisse dargestellt ist. A, A zeigt eine gußeiserne Platte, die gehörig auf Unterlagen befestigt ist, worauf die ganze Ausweichvorrichtung nebst den zugehörigen Schienentheilen ruht. B, B, und C, C sind zwei verschiedene Gleise, wovon das erstere nach links, das letztere gerade aus führt. Von diesen Gleisen läuft immer ein innerer Strang in eine Zunge D, D aus. E, F sind zwei Stäbe, die als Leitzungen oder Versetzschienen dienen und welche auf der Platte A, A um F drehbar sind. Die Bewegung dieser Versetzschienen geschieht immer zugleich, da sie durch einen unbiegsamen Stab G, mit einander verbunden sind. Der Stab oder Arm G, geht in einer Vertiefung der Platte A nach Außen fort und endigt sich in ein Scharnier H, woselbst ihn eine Zugstange J umfaßt, die mit einem im Kasten K befindlichen Exzentrik oder einer Kurbel in Verbindung steht und von diesem aus verschoben werden kann. Den Exzentrikkasten K zeigt Fig. 302 b von der Seite aus gesehen, im größeren Maßstabe gezeichnet. Daselbst erkennt man das Exzentrik oder die Kurbel L und zugleich, wie dieselbe von dem Ende der Stange J umfaßt wird. An der Kurbelare befindet sich eine Handhabe M, welche abgebrochen gezeichnet ist, um erstere entsprechend bewegen zu können. Die Vorsprünge N, dienen zur Feststellung der Handhabe, wenn sie nach der einen oder der andern Seite gerichtet oder die Weiche entsprechend gestellt ist und wozu überdieß ein kleiner Griff O, benutzt wird. An der Verlängerung der Handhabe M, die höher hinauf senkrecht gerichtet ist, befindet sich gewöhnlich eine Tafel, die auf jeder Seite mit einer andern Farbe

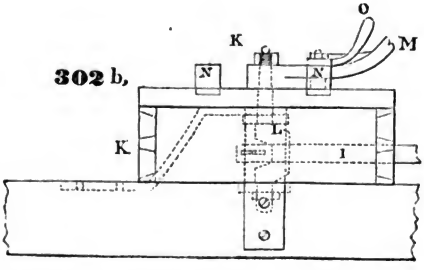
Digitized by Google

bestrichen ist, um dem Lokomotivführer als Signal zu dienen, daß entweder die eine Leitzunge E, F, rechts oder der andere links sich der durchgehenden Eisenbahnschiene anschließt.

302 a,



302 b,



Je nachdem nun der Wagen das eine oder das andere Schienenpaar befahren soll, werden die Leitzungen bald auf die eine, bald auf die andere Seite geschoben und ein Schenkel wird dadurch, daß er sich der Schiene fest anschließt, die Räder des Wagens zwingen, die beabsichtigte

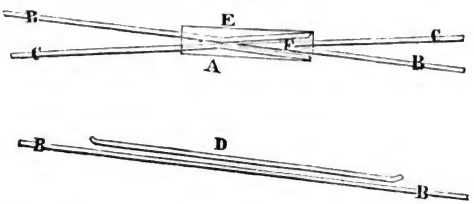
Digitized by Google

Richtung zu verfolgen. Nach der Zeichnung ist die rechte Leitzunge eingestellt, weßhalb die Wagen die Schienen B, B verlassen und in gerader Richtung auf der Bahn C, C fortgehen werden. Sollen die Wagen auf B, B, also nach links fahren, so ist einleuchtend, daß sich die linke Leitzunge anschließen muß.

In neuester Zeit construirt man die Weichen auch so, daß man statt den beweglichen Stücken E F nur ein solches anbringt und dazu eine Zunge wie D, der Bahnschiene selbst angehörig, durch die Zugstange H stellbar einrichtet; auch hat man selbstwirkende Weichen (self acting switches) ausgeführt, bei denen Menschenkraft ganz unnöthig wird; indeß führen solche andere Uebelstände mit sich.

Bei der weiteren Fortsetzung der Gleise B, B und C, C Fig. 302 a, erkennt man leicht, daß sich dieselben einmal durchschneiden müssen. Welche besondere Einrichtung hierzu nöthig ist, zeigt Fig. 302 c. Da wo

302 c.



sich die beiden Schienenstränge von B und C schneiden, liegt ein Theil der Schienen auf einer eisernen Platte A. Ein Zungenstück F, nebst den Zwangschienen D, D, macht den Uebergang möglich.

Bei sehr beschränkten Räumen, auf den Stationsplätzen und in den Gebäuden, vertreten gewissermaßen die Stelle der Ausweichen die sogenannten Drehscheiben, deren Hauptverrichtung ist, die Dampfwagen oder auch andere Wagen umdrehen zu können, indem die Ausweichen die Wagen nur in andere Bahnen bringen, ohne daß dabei deren anfängliche Stellung geändert wird. Im Allgemeinen bestehen solche Drehvorrichtungen aus Scheiben von Holz oder Eisen, die ganze Kreise oder Kreisabschnitte bilden und die sich um ihren Mittelpunkt drehen lassen. Auf der Scheibe sind Schienen befestigt, deren Spurweiten mit der der Bahn korrespondiren und mit ihr in gleichem Niveau liegen.

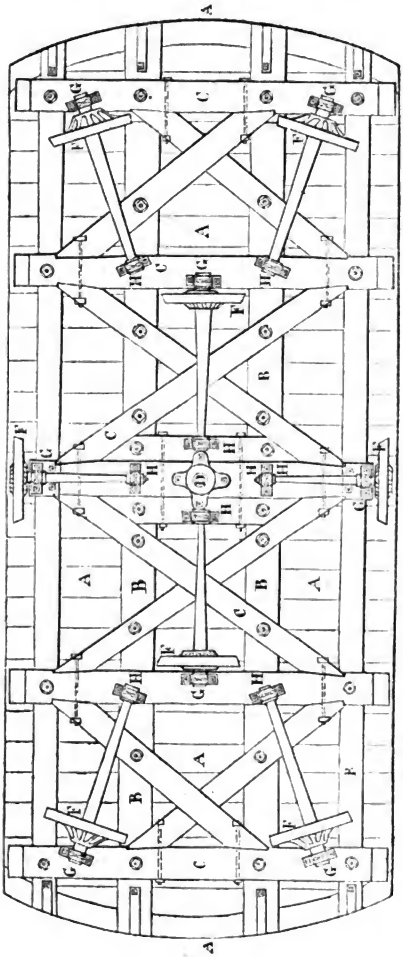
Eine solche und zwar segmentartige hölzerne Drehscheibe ist Fig. 303 a, 303 b und 303 c abgebildet. Die erste Figur ist der Grundriß der Drehscheibe, wenn dieselbe umgelegt gedacht wird; die zweite Figur ist ein Theil der Längenansicht, die dritte Figur zeigt den Profildurchschnitt durch die Mitte der ersten Figur genommen.

A, A sind dicke neben einander gelegte und gehörig verbundene Pfosten, auf deren Oberfläche die Bahnschienen liegen. Ein aus Längenbalken B, B, Quer- und Kreuzbalken C, C gebildeter Rost dient den Pfosten zur Basis. D ist eine an den mittlern oder Hauptquerbalken angeschraubte Pfanne, die zur Aufnahme eines feststehenden Zapfens E dient, um welchen die ganze Scheibe drehbar ist. Zur weitern Unterstützung, so wie zur Erleichterung des Umdrehens dienen 8 eiserne Räder

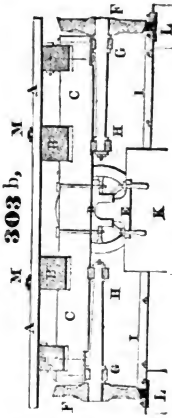
Digitized by Google

F, F, die sich mit ihrem in Pfannen oder Büchsen G und H, liegenden Axen zugleich bewegen. Sämmtliche Räder laufen auf eisernen kreisförmigen Schienen oder Bahnen, wovon jedoch in der Zeichnung nur die J, J sichtbar ist, welche zu den vom Mittel am weitesten abstehenden Rädern gehört. K und L, sind starke Steinunterlagen. Das Umdrehen

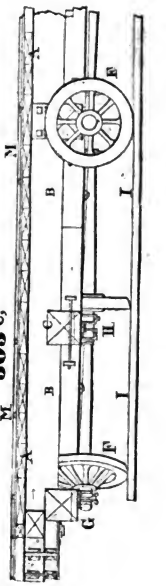
303 a,



303 b,



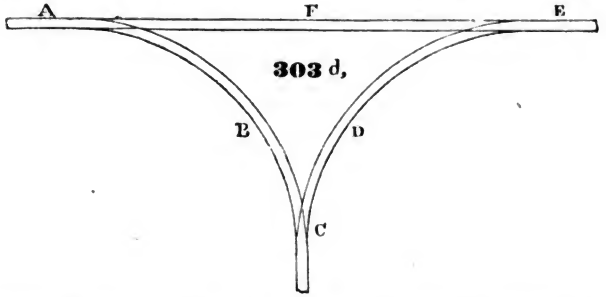
303 c,



Digitized by Google

der Scheibe wird durch sogenannte Hebebäume oder durch ein anderes einfaches Mittel bewirkt. Die Länge oder der Durchmesser dieser Drescheiben richtet sich nach der Länge der darauf zu bringenden Wagen. Die oben beschriebene, welche sich auf den Bahnhöfen der Magdeburg-Leipziger Bahn befindet, hat einen Durchmesser von ungefähr 30 Fuß, so daß man mittelst derselben Dampfwagen und Munitionswagen zugleich umdrehen kann.

Statt der Drehscheiben wendet man zuweilen auch sogenannte Drehkurven an, welche aus gewöhnlichen Bahnschienen gebildet sind und deren Princip aus Fig. 303 d erhellt. Ein von A, herkommender, zur



303 d.

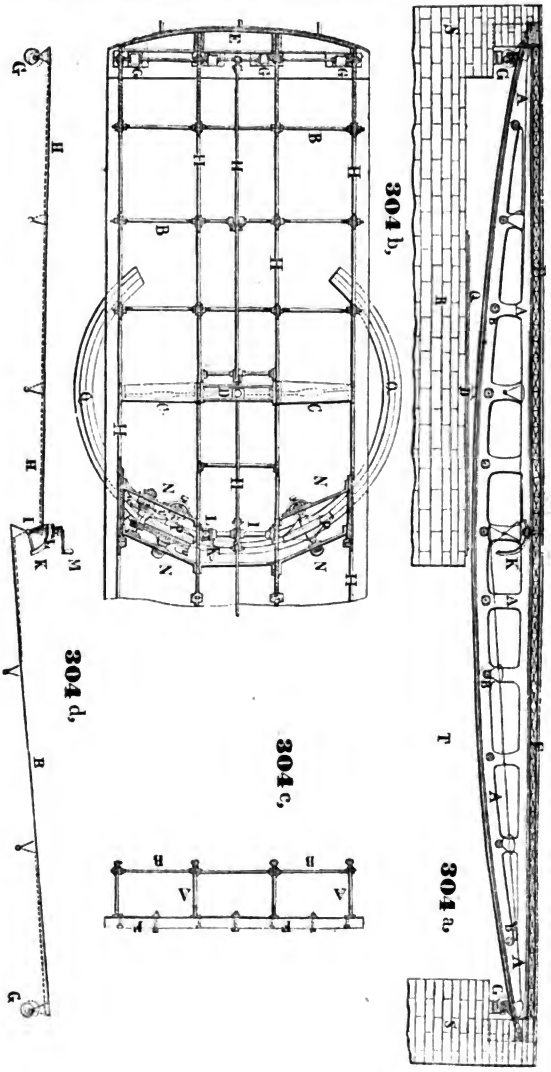
Umdrehung bestimmter Dampfwagen fährt vorwärts gerichtet in die Kurve B. sodann bei C, rückwärts in die Kurve D, und nimmt bei E, angekommen wieder die Richtung an, um nach F und A, vorwärts gerichtet fahren zu können. Die erste Anschaffung und die spätere Unterhaltung dieser Drehkurven ist indeß sehr kostspielig; auch erfordern sie einen ziemlich großen Raum, da sie mindestens mit einem 300 Fuß großen Radius beschrieben werden müssen. Auf dem Wittenberger Bahnhofe der Berlin-Anhaltschen Bahn findet man eine Drehkurve.

Hier am Schlusse dessen, was, bei vorliegendem Zwecke, über den Oberbau der Eisenbahnen gesagt werden kann, mag noch Beschreibung und Abbildung einer eben so zweckmäßigen als interessanten Drehbrücke folgen, wie man sie neuerdings überall da angewandt findet, wo eine Eisenbahn über schiffbare Kanäle, oder andere ähnliche Räume geführt werden muß, wo eine feststehende Brücke nicht angebracht werden kann.

Fig. 304 a zeigt die Seiten- oder Längenansicht der Brücke, Fig. 304 b den Grundriß bei abgehobener Bahn, Fig. 304 c einen Querdurchschnitt derselben; Fig. 304 d dient zur Erläuterung des Mechanismus, wodurch die Brücke vor dem Umdrehen ausgelöst und nach dem Umdrehen wieder festgestellt werden kann. Die Haupttheile der Brücken bilden vier gußeiserne Rahmen A, A, die durch Querstücken B, B und schmiedeeiserne, zylindrische Stäbe entsprechend zu einem Ganzen verbunden sind. Unterhalb des stärksten, links gelegenen Querstückes C befindet sich eine Pfanne D, mit welcher sich die ganze Brücke auf einen Zapfen stützt, der auf dem vertieften Theile des Ufermauerwerkes befestigt ist, und um welchen (Zapfen) zugleich die Drehung erfolgt. Da hiernach der Drehpunkt der Brücke nicht in der Mitte ihrer ganzen Länge liegt, die zweckmäßige Bewegung derselben aber dennoch erfordert, daß das Gewicht aller Massen in dem Drehpunkte vereint ist, so hat man unter dem linken, oder kürzeren Ende besondere Bleigewichte zweckmäßig angebracht. Mit jedem Ende ruht die Brücke im unbeweglichen Zustande auf vier Rollen G, G, die auf einerlei Welle aber exzentrisch befestigt sind. Ist die Brücke festgestellt, so sind die

Digitized by Google

größten Halbmesser der exzentrischen Rollen nach unten gekehrt und die Rollen selbst gewähren eine gehörige Unterstützung. Soll dagegen



Digitized by Google

die Brücke umgedreht werden, so hat man die Rollen G, G so zu bewegen, daß ihr größter Halbmesser seitwärts zu liegen kommt und mithin die Enden der Brücke nicht mehr aufliegen. Zur Umdrehung der Welle, woran die jedesmaligen 4 Rollen sitzen, ist auf ersterer ein Arm befestigt, welcher von dem einen Ende einer Zug- oder Schubstange H, H umfaßt wird und deren anderes Ende auf ähnliche Weise mit einer zweiten und dritten Zugstange in Verbindung steht. Die so von den beiden Enden nach der Mitte der Brücke hingehenden Zugstangen werden endlich von zwei an einer Welle J befindlichen Armen aufgenommen, wo von der für die Zugstangen der einen Seite nach oben, für die der andern aber nach unten gerichtet ist. Auf der Welle J, sitzt ferner ein verzahnter Bogen K, in welchen ein Getriebe L, greift. Auf die vertikale Are von L, kann eine Kurbel M aufgesteckt, und so vermöge der ganzen Anordnung die vorhergedachte Auslösung oder Feststellung der Brückenenden bewirkt werden.

Die Umdrehung der Brücke selbst wird durch folgende Anordnungen zu Stande gebracht. Zwischen den beiden äußersten der durch die großen Rahmen A, A gebildeten Längenräume sind in schiefer Richtung Wände N, N angebracht, die zur Aufnahme der Lager zweier gußeiserner Räder mit konischen Felgen P, P dienen. Letztere Räder laufen auf einer im Kreise entsprechend am Mauerwerke R befestigten Schienenlage und zwar mit so viel Reibung, daß ein Umdrehen derselben ohne ein dabei zugleich eintretendes Fortschreiten nicht möglich ist. Um das Umdrehen der Räder P, P zu bewirken, ist, wie aus der Zeichnung erhellt, mit einem derselben konzentrisch ein verzahntes Rad y verbunden, in welches das Getriebe greift, auf dessen Welle ein konisches Rad w sitzt. Das Triebrad v des letztern ist so eingerichtet, daß auf der vertikalen Welle desselben eine Kurbel aufgesteckt, und die gedachte Bewegung durch die ganze Verbindung leicht erzeugt werden kann. Ein, höchstens zwei Mann reichen zur Drehung der ganzen Brücke hin.

Betrieb der Eisenbahnen. Die bewegenden Kräfte, die zur Fortschaffung von Lasten auf Eisenbahnen angewandt werden, sind die Kraft der Pferde, der Schwere und des Wasserdampfes.

Bei den ersten Eisenbahnen bediente man sich zum Transporte ausschließlich der Pferde, gegenwärtig benutzt man dieselben nur für besondere Zwecke und Umstände, wohin namentlich ungünstige Steigungsverhältnisse, geringer Personenverkehr, bloßer Transport von Gütern und Materialien, wobei es auf große Geschwindigkeiten weniger oder gar nicht ankommt und dgl. mehr, zu rechnen sind. Bei einer gut konstruirten Eisenbahn kann man übrigens annehmen, daß ein Pferd, auf der Horizontale, ein Fuhrwerk, welches einschließlich der Ladung 240 Zentner oder circa 12 Tonnen wiegt, mit $3\frac{1}{2}$ bis 4 Fuß Geschwindigkeit in der Sekunde, täglich $4\frac{1}{2}$ deutsche Meilen weit zu bewegen im Stande ist.

Die Schwerkraft wird als Bewegungsmittel bei Eisenbahnen benutzt, indem man beladene Wagen über schiefe Flächen herabgehen und durch dieselben leere Wagen zu gleicher Zeit aufziehen läßt. Dergleichen Anordnungen nennt man selbstwirkende schiefe Flächen, selbstwirkende Rampen. Zuweilen läßt man die beladenen Wagen auch auf schiefen Ebenen hinablaufen, ohne zugleich leere Wagen aufzuziehen, wobei man entweder die Neigungen so nimmt, daß die Wagen mit immer gleichförmiger Geschwindigkeit laufen, oder besondere Bremsvorrichtungen anbringt, um gefährlichen Beschleunigungen vorzubeugen.

Zur Benutzung des Wasserdampfes als bewegende Kraft auf Eisenbahnen wird derselbe entweder von feststehenden Dampfmaschinen (stationary engines) oder beweglichen Dampfmaschinen, Dampfwagen (locomotiv engines) aufgenommen.

Maschinen ersterer Art wendet man gewöhnlich dann an, wenn beladene Wagen auf schiefe Ebenen hinauf geschafft werden sollen. Zu

Digitized by Google

diesem Ende befindet sich auf dem höchsten zu ersteigenden Punkte eine von der Dampfmaschine umgetriebene Trommel oder Rolle, auf welche sich ein Seil oder eine Kette aufwickelt und woran man den Wagenzug befestigt. Stehende Dampfmaschinen benutzt man auch, wenn der Betrieb zwar übrigens mit Dampfwagen erfolgt, aber einzelne ungünstige Steigungsverhältnisse eine Unterstützung der Zugkraft nöthig machen. Da indeß, bei Ersteigung schiefer Flächen auf solche Art Gefahr nicht vollständig vermieden werden kann, auch ihre Herstellung aller dabei nothwendigen Anordnungen theuer und kostbar zu unterhalten ist, so unterhält man in solchen Fällen, an den schwierigen Stellen einer Bahn, lieber besondere Hülfsdampfwagen.

Die vorzüglichsten Bewegungsmittel sind und bleiben gewiß immer die Dampfwagen, deren Beschreibung wir jedoch erst dann folgen lassen wollen, nachdem Einiges aus der Geschichte derselben angeführt wurde.

Die erste Idee, die Dampfmaschinen auch zur Bewegung von Räderfuhrwerken brauchbar zu machen, scheint schon 1759 ein Dr. Robinson zu Glasgow gehabt zu haben, später 1769 verfolgte diese Idee Watt und nach ihm 1786 der geniale Ol. Evans in Nordamerika; indeß war von einer wirklichen Ausführung bei keinem derselben die Rede. Erst 1802 brachten die, schon bei den Hochdruckdampfmaschinen genannten, Engländer Trevithik und Vivian einen eigentlichen Dampfwagen zu Stande, der auf einer Eisenbahn eine Last von 10 Tonnen mit einer Geschwindigkeit von 5 englischen Meilen pr. Stunde fortzuziehen vermochte. Indeß scheint dieser Dampfwagen besondere Mängel gehabt zu haben, da eine eigentliche Anwendung desselben nicht eintrat, wozu aber wohl auch das Vorurtheil beigetragen haben mochte, daß man meinte, die Reibung der Räder auf einer glatten Bahn sei nicht groß genug, um ein bloßes Gleiten derselben, ein Drehen auf der Stelle, zu verhindern, und größere Lasten damit fortzuziehen. Von letzterer Ansicht ausgehend, legte im Jahre 1811 Blenkinshop längs den Schienen einer Eisenbahn unweit Leeds eine gezahnte Stange, in welche ein gezahntes Rad des Dampfwagens griff. Dieser Wagen war der erste, welcher als brauchbar beibehalten wurde und vor wenigen Jahren noch im Gebrauche gewesen sein soll. Im Jahre 1812 nahmen die Herren William und Chapman ein Patent auf die Verbesserung des Dampfwagens. Die dabei besonders angewandte Vorrichtung bestand in einer an beiden Enden befestigten und in der Bahnmittellinie ausgespannten Kette, die einmal um ein mit Rinnen in der Felge versehenes Rad des Wagens lief, so daß, wenn dieses Rad durch die Maschine umgedreht wurde, der Wagen, indem die Kette nicht gleiten konnte, auf der Bahn fortrückte. Aber auch diese Einrichtung gab man wieder auf, weil die starke Reibung die Kette abnutzte und die Maschine oft aus der Bahn gerieth. Dasselbe Schicksal hatte 1813 der Dampfwagen des Hr. Brunton, wobei durch die Maschine ein oder mehrere Paar Schenkel oder Füße in Bewegung gesetzt wurden, die, wie die Beine eines Menschen wirkend, sich wechselweise heben und gegen den Boden andrücken ließen.

Nach und nach kam man daher auf das erste Prinzip, auf das einfachste, wieder zurück, indem man erkannte, daß die Reibung der Räder des Dampfwagens hinreichend sei, um Lasten fortzuziehen, sobald nämlich nur letztere oder der der Fortbewegung sich entgegensetzende Widerstand die erstere nicht überschreitet. Die Reibung der Räder auf den Schienen, die man gewöhnlich mit dem Namen Adhäsion bezeichnet, gibt der Dampfkraft eines Dampfwagens die zur fortschreitenden Bewegung nöthigen Stützpunkte, ohne deren gehörige Größe allerdings ein Drehen der Räder auf der Stelle eintreten muß. Auf die Bestimmung der zur Fortschaffung einer gegebenen Last nöthigen Adhäsionsgröße kommen wir später wieder zurück.

Im Jahre 1814 konstruirte der Engländer Stephenson den ersten wahrhaft brauchbaren, auf vorgenanntes Prinzip sich stützenden Dampf-

Digitized by Google

wagen für die Stokton-Darlington-Bahn und gab damit zugleich den Impuls zu allen ferneren ähnlichen Ausführungen. Alle diese Dampfwagen hielt man indeß nur für Gütertransporte geeignet, indem sie in der That, hinsichtlich der für Personentransporte nothwendigen Schnelligkeit, noch sehr viel zu wünschen übrig ließen. So kam es denn, daß man selbst noch 1829 nach Herstellung der Liverpool-Manchester-Bahn unentschieden war, ob man, da Pferde wegen des großen Verkehrs auf dieser Bahn nicht ausreichten, fest stehende oder lokomotive Dampfmaschinen zum Betriebe wählen sollte. Sich endlich mehr für Maschinen letzterer Art hinneigend, schrieb man eine Prämie für die beste Art von Dampfwagen aus, die auch im Oktober 1829 nach, mit verschiedenen Maschinen angestellten Wettfahrten, die Maschine „Rocket" des oben genannten Stephenson gewann. Namentlich war es, außer andern günstigen Umständen, der von Stephenson angebrachte Kessel aus 25 Rohren von 3 Zoll Weite bestehend, welcher diesem den Preis erringen half, indem durch solche Anordnung eine alle früheren Kesselkonstruktionen übertreffende Verdampfungsfähigkeit und durch dieselbe eine bedeutende Geschwindigkeit erzeugt werden konnte. Mit der Maschine von Stephenson nahm das ganze Eisenbahnwesen eine völlig veränderte Tendenz und Gestalt an und erreichte nach und nach seine gegenwärtige Bedeutsamkeit.

Die Einrichtung eines solchen neueren Dampfwagens ist, außer einem besondern ihm angehangenen Munitionswagen (Tender), der zum Transporte des Feuermateriales und des Speisewassers dient, im wesentlichen folgende. Auf einem Gestelle mit 4 oder 6 Rädern, die in ihren Axen festsitzen und wovon sich letztere in Lagern oder Büchsen drehen, liegt ein entsprechend angeordneter Röhrenkessel. Unter letzterm befinden sich die Dampfzylinder, deren Kolbenstangen mittelst Lenkstangen in Krummzapfen eingreifen, die sich an einer der Radaxen befinden und die mit ihr verbundenen Räder umtreiben.

Die andern Räderpaare laufen dabei entweder frei mit, oder es befinden sich an den äußern Enden beider Axen wiederum Krummzapfen, die durch eine Lenk- oder Kuppelstange mit einander verbunden sind, wodurch die Bewegung des einen Räderpaares auf das andere übergetragen wird. Die Einrichtung der Dampfmaschine ist in der Hauptsache den früher beschriebenen Dampfmaschinen ohne Kondensation gleich.

Zur Speisung des Kessels mit Wasser ist an letzterem eine vereinigte Saug- und Druckpumpe angebracht, deren Saugrohr mit dem Tender durch einen Schlauch oder ähnliches Mittel verbunden ist.

Später erfuhren die Dampfwagen noch mancherlei Verbesserungen, wohin namentlich vervollkommte Vorrichtungen zum Rück- und Vorwärtsfahren und das Anbringen des dritten Räderpaares gehört, wodurch die ganze Masse der Wagen mehr Stabilität, der Kessel eine größere Ausdehnung, also auch reichlichere Dampferzeugung und die ganze Last des Wagens eine zweckmäßige Vertheilung erhielt.

Wie weit die Vervollkommnung der Dampfwagen bis zum Jahre 1841 gediehen war, wird man aus Nachstehendem entnehmen können.

Bei der vorerwähnten Wettfahrt auf der Liverpol-Manchester-Bahn im Oktober 1829 verlangte man, daß die Dampfwagen bei einer Geschwindigkeit von 10 engl. Meilen per Stunde ein nur dreimal größeres Gewicht, als ihr eigenes fortbewegen sollten. Bei einer im April 1839 auf derselben Bahn vorgenommenen Probefahrt, zog dagegen der circa 13 Tonnen wiegende Dampfwagen „St. Georg" eine Last von 135¼ Tonnen mit einer mittleren Geschwindigkeit von 21¾ engl. Meilen per Stunde. Die letztern Maschinen bewegen also ihr zehn- bis eilffaches Gewicht mit einer Geschwindigkeit, die mehr als das Doppelte der 1829 verlangten betrug.

Wir wenden uns nunmehro zur Beschreibung der hiernach folgenden Abbildungen eines Stephenson'schen Dampfwagens nebst Tender

Digitized by Google

neuester Konstruktion, welche auf der Londoner Birmingham-Bahn im Gange ist.

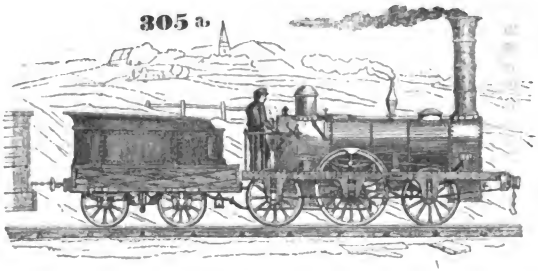
Fig. 305 a zeigt die äußere Ansicht des Dampfwagens in seiner Verbindung mit dem Tender; Fig. 305 b ist ein Vertikaldurchschnitt des Dampfwagens in seiner Längenrichtung genommen, Fig. 305 c der korrespondirende Durchschnitt des Tenders, Fig. 305 d und Fig. 305 e sind Grundrisse der Maschine und des Tenders, ersterer bei abgehobenem Kessel. Fig. 305 f ist die Ansicht des hintern Maschinenendes, woselbst sich der Feuerraum befindet, Fig. 305 g der Vertikaldurchschnitt durch den Feuerraum, Fig. 305 h zeigt das vordere Ende der Maschine und Fig. 305 i einen daselbst genommenen Vertikaldurchschnitt.

Gleiche Buchstaben bezeichnen in allen Figuren gleiche Theile.

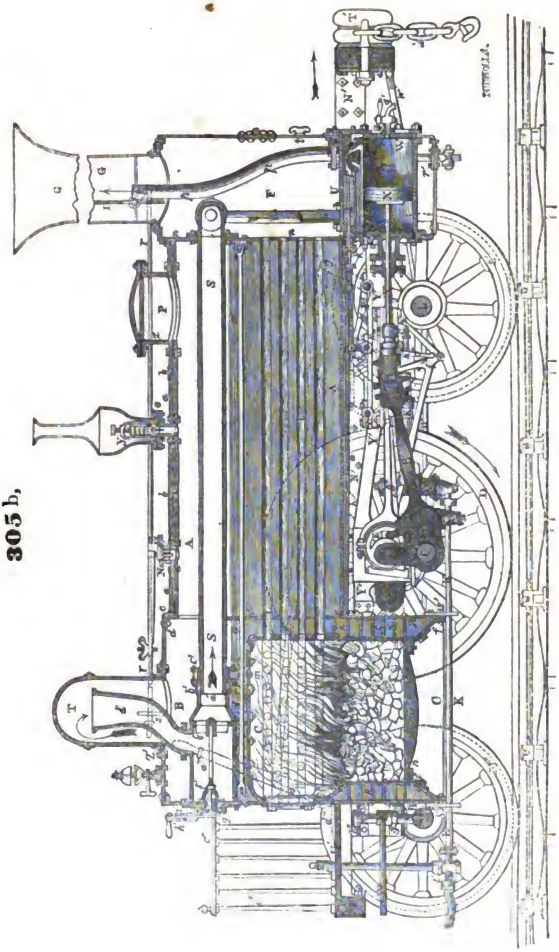
Der über dem Gestelle des Dampfwagens befindliche Hauptkörper besteht aus dem zylindrischen Theile A, den man gewöhnlich den Kessel nennt, aus dem mit ihm kommunizirenden Theile B, Feuerkasten (fire box) genannt, ferner aus dem Herde C, woselbst sich der Rost D befindet, und endlich aus den Heitzröhren E, die mit F dem Rauchkasten (smoke box), und der Esse G in Verbindung stehen.

Der zylindrische Kessel A hat bei unserer Maschine 7½ Fuß Länge und einen Durchmesser von 3½ Fuß; derselbe ist aus $\frac{1}{16}$ Zoll dicken, gewalzten Eisenblechen gebildet, die entsprechend überplattet und mit

305 a.

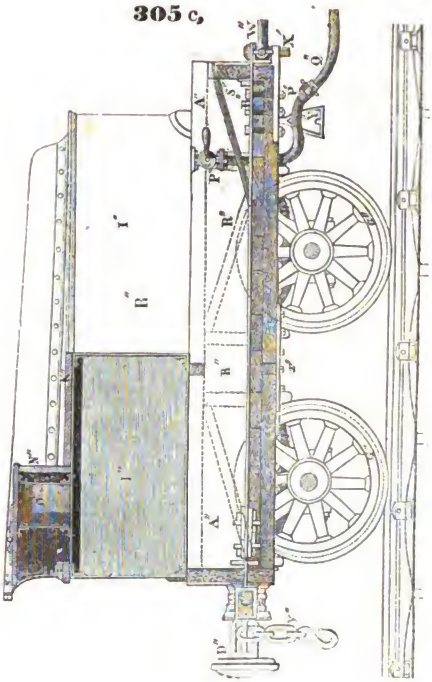


305 b.



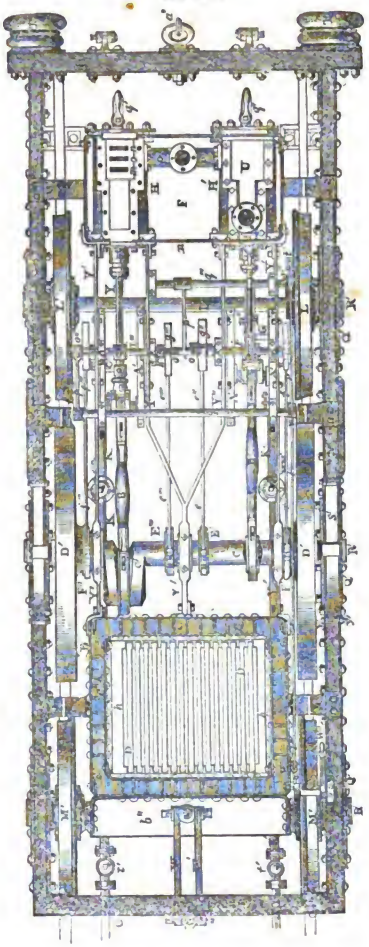
Digitized by Google

305 c.

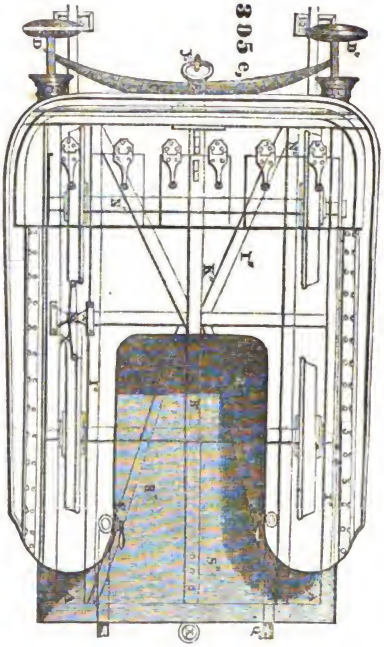


Digitized by Google

305d,

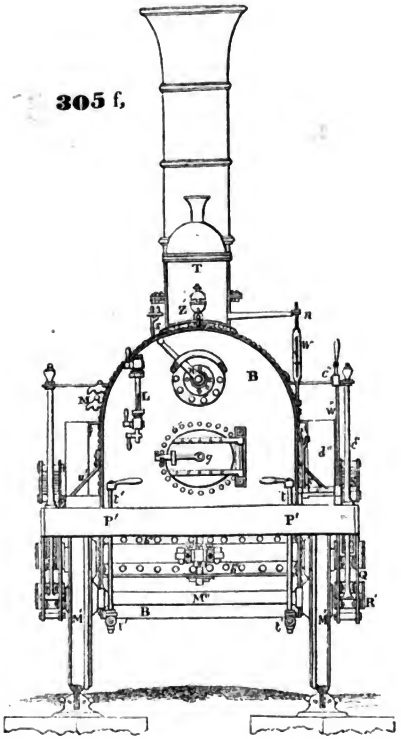


305 c.



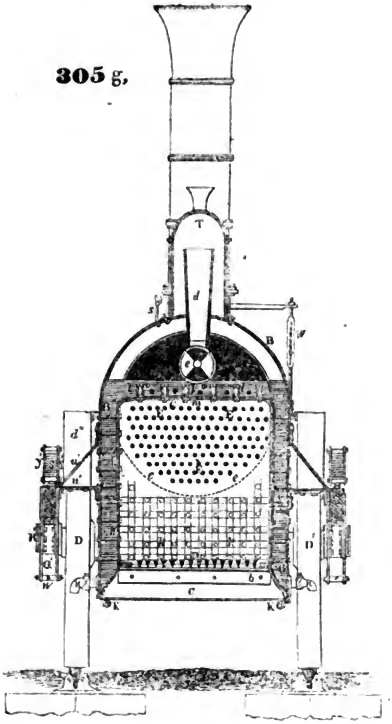
Digitized by Google

305 f.



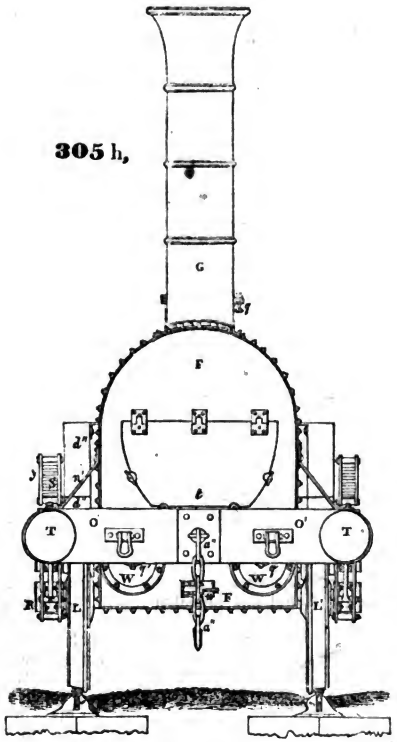
Digitized by Google

305 g.

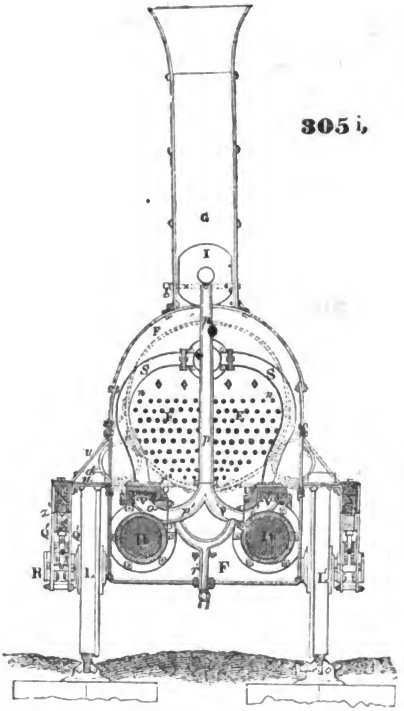


Digitized by Google

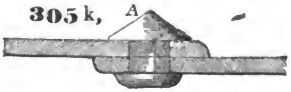
305 h,



Digitized by Google



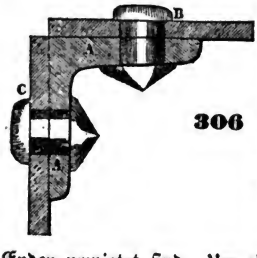
½ Zoll starken Bolzen vernietet sind. Siehe hiezu Fig. 305 k. Auf der Außenseite ist der Kessel mit schmalen 1 Zoll dicken Platten oder Streifen von Holz belegt, die in ihrer Längenrichtung mehreremal mit Bandeisen umbunden und festgehalten sind. Holz als schlechter Wärmeleiter hält nämlich den Kessel warm und verhindert die Kondensation des Dampfes, welche außerdem wegen der schnellen Bewegung der Maschine durch die äußere kalte Luft erzeugt werden würde.



Der Feuerkasten B, besteht aus zwei in einander befindlichen Blechkörpern, wovon der untere beinahe quadratische Theile 4 Fuß Weite und 3 Fuß 7½ Zoll Länge besitzt, letztere in der Längenrichtung des Wagens gemessen; den obern Theil oder Deckel bildet ein mit dem Kessel konzentrischer Halbzylinder. Der untere Theil geht ungefähr 2 Fuß unter dem Kessel herab und der daselbst befindliche Boden ist halbkugelförmig. Die Mitte des Bodens ist jedoch auf die Weise, wie aus den Figuren erhellt, offen, um den Rost D, aufnehmen zu können. Die äußern Wände des Feuerkastens sind aus Eisenblech gebildet und

Digitized by Google

an den Ecken desselben der größern Festigkeit wegen durch Winkeleisen verbunden, wie solche Fig. 306 im größern Maßstabe abgebildet sind.

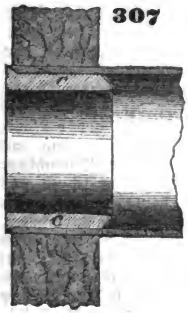


306

Der innere Theil C des Feuerkastens ist den äußern ähnlich, mit Ausnahme des Scheitels oder Deckels, der eine ebene Fläche bildet. Zwischen den Seitenwänden von B und C ist ein Raum von 3¼ Zoll Weite gebildet, die jedoch nächst dem Kessel sich bis zu 4 Zoll vergrößert. Die innern Wände C, bestehen aus Kupferblech von 7/16 Zoll Dicke, in der Nähe des Kessels aber von ⅞ Zoll Dicke. Beide Seitenwände werden durch kupferne Schraubenbolzen K zusammen und zugleich in entsprechender Entfernung gehalten, wozu sie der größern Sicherheit wegen an den Enden umnietet sind. Um aber so dem Obertheil des innern Feuerkastens eine hinreichende Festigkeit zu geben, sind parallel neben einander 6 schmiedeeiserne Rippen oder Bogen I angebracht, an welchen die Deckplatte von C, durch Schrauben befestigt ist. Zwischen je zwei solchen Schraubenbolzen sind die Rippen ausgebogen, damit sie die Deckplatte nur mittelst der Bolzen berühren und der Wärme freien Durchgang gestatten. Wären sie in unmittelbarer Berührung mit C, so würde letztere eine zu große Erhitzung und damit Abnutzung erfahren, während so die Hitze durch das Wasser vermindert wird. Immerhin ist aber dieser obere Theil des innern Feuerkastens Gegenstand der sorgfältigsten Aufmerksamkeit, daß das Wasser über demselben stets in entsprechender Höhe steht, da selbst dann, wenn der Kessel sonst hinlänglich mit Wasser gefüllt ist, durch das aus der schnellen Bewegung der Maschine hervorgehende Schwanken des Wassers, leicht ein Theil des Deckels blos gelegt und mit dem Dampfe in Berührung gebracht werden kann. Um solchen Zufällen in jeder Hinsicht zu begegnen, hat man im Mittel des Deckels einen Bleipfropfen M, angebracht, der bei Bloslegung des Deckels schmilzt, Wasser in den Feuerraum dringen läßt und das Feuer auslöscht.

Aus den Durchschnittsfiguren erkennt man übrigens leicht, daß der Heitzraum an allen Seiten, außer an der Feuerthüre g, und der Stelle, wo der Rost befindlich, vom Wasser umgeben ist, so wie auch, daß der Wasserraum des Feuerkastens in offener Verbindung mit dem Kessel steht.

Die ovalförmige Feuerthüre g, ist durch zwei schmiedeeiserne Platten gebildet, die parallel und entsprechend mit einander vernietet sind, dabei aber einen gehörigen Raum zwischen sich lassen, damit die in demselben angesammelte Luft als schlechter Wärmeleiter wirken kann. In der inneren rechts, am hintern Ende des Kessels gelegenen Wand C des Feuerkastens sind Oeffnungen zur Aufnahme der Heitzröhren E befindlich, die überall vom Wasser umgeben sind und durch welche die heiße Luft vom Feuerraume aus nach dem Rauchkasten F, und der Esse G strömt. Gewöhnlich bestehen diese Röhren aus dem besten gezogenen Messing oder aus Bronze. Die Befestigung derselben, so daß sie zugleich an den Enden wasserdicht sind, ist folgende. Ein etwas konisch geformter Stahlring im Querschnitte und vergrößert Fig. 307 besonders abgebildet, wird in das Röhrenende eingetrieben, wirkt gleichsam als Keil und


307

Digitized by Google

zwingt die Röhren zu einer unmittelbaren Berührung mit den Rändern der Oeffnungen in der innern Feuerkastenplatte (Röhrenplatte). Sind einzelne Röhren abgenutzt oder durchgebrannt, so kann ihre Auswechselung durch Herausschlagen der Stahlringe leicht geschehen. In der hier abgebildeten Maschine befinden sich 124 Messingröhren von 1¾ Zoll Durchmesser, die ¾ Zoll von einander entfernt liegen. Die Zahl der Röhren ist übrigens nicht konstant, sondern richtet sich vielmehr nach der Beschaffenheit des angewandten Brennmateriales und variirt deshalb zwischen 70 und 150.

Obwohl die Röhren den beiden Kesselendflächen als Stützpunkte dienen, sind dennoch besondere Stäbe o, aus Rundeisen angebracht, welche durch die ganze Kessellänge hindurch gehen.

Der Rauchkasten F, oberhalb ebenfalls halbzylinderförmig gestaltet, ist 4 Fuß weit und 2 Fuß lang und aus zusammengenieteten Eisenblechen gebildet, welche an der dem Kessel zugekehrten Seite ½ Zoll, sonst aber nur ¼ Zoll stark sind. Vom Rauchkasten aus steigt die Esse oder der Schornstein G, empor, in dem sowohl Rauch als gebrauchter Dampf abgeführt wird, und welcher ebenfalls aus Eisenblechen, doch nur von ¼ Zoll Stärke gebildet, auf dem Deckel des Rauchkastens F, durch Flentscheu befestigt und in seiner Höhe mehremals mittelst eiserner Reifen umbunden ist.

Nahe dem Boden des Rauchkastens, zu beiden Seiten desselben, sind die Dampfzylinder H, H in horizontaler Lage angebracht.

In der zylindrischen Decke des äußern Feuerkastens B befindet sich eine kreisförmige Oeffnung von 15 Zoll Durchmesser, auf welcher der sogenannte Dampfdom T von 2 Fuß Höhe mittelst Flantschen und Schrauben befestigt ist und der gewöhnlich aus Messingblech besteht. Der Dom hat zum Zweck, den im Kessel gebildeten Dampf vor seinem Eintritt in die Zylinder der arbeitenden Dampfkolben, erst aufwärts steigen zu lassen, damit mechanisch mit fortgerissene Wasserelemente abgesetzt werden. Bei den feststehenden Dampfmaschinen wurde bereits bemerkt, daß der im Kessel vom Dampfe eingenommene Raum hierzu eine hinlängliche Größe haben müsse, was jedoch bei Dampfwagen in demselben Maße unerfüllt bleiben muß, indem hier ein bedeutender Umfang des Ganzen nicht statthaft ist.

In dem Dome erhebt sich eine nach oben weiter werdende, trichterförmige Röhre d und die beinahe bis zum Deckel desselben reicht, abwärts ist diese Röhre durch Flantschen und Schrauben an dem erweiternden hinteren Ende des großen horizontal liegenden Rohres, Dampfrohres S befestigt. Der im Kessel gebildete Dampf steigt zuerst nach dem Dome, geht sodann in den Trichter d' niederwärts nach dem Dampfrohre S, und von hier weiter nach den Dampfzylindern H. H.

Der erweiterte Theil a' des großen Dampfrohres ist an eine korrespondirende Oeffnung am hinteren Ende des äußern Feuerkastens angeschraubt. Genannte Oeffnung ist durch eine mit Stopfbüchse f' versehene Platte bedeckt, durch welche die Spindel oder Welle des sogenannten Regulators e' hindurch geht und welche mittelst einer Kurbel h' umgedreht werden kann. Der Regulator vertritt die Stelle eines Hahnes, mittelst welchem mehr oder weniger Dampf in die große Röhre S. gelassen oder dessen Eintritt ganz abgesperrt werden kann. Fig. 305 ist der Regulator in der Vorderansicht abgebildet. Die Einrichtung desselben kann sehr verschieden sein, in unserer Maschine ist er aus einer kreisförmigen Platte gebildet, die in vier beinahe gleich große Quadranten getheilt ist, wovon zwei, die etwas kleineren, durchbohrt, also offen, die beiden andern aber für immer geschlossen sind. Uebrigens ist die ganze Regulatorplatte so angeordnet, daß sie sich dampfdicht auf einer zweiten Platte bewegt, die mit zwei ähnlichen Kreisquadrantenöffnungen versehen ist und das konische Ende der großen Dampfröhre S bildet. Wird sodann die bewegliche Platte e' mittelst der Kurbel h'

Digitized by Google

so gedreht, daß die Oeffnungen beider Platten mit einander korrespondiren, so ist dem Dampfe der Weg von d' nach S geöffnet, wird jedoch die Drehung um einen Quadranten oder um 90 Grad weiter fortgesetzt, so schließen sich die Oeffnungen und dem Dampfe ist der Eintritt in die Röhre S versperrt. Wie auf diese Weise mehr oder weniger Dampf nach S gelassen werden kann, erhellt aus der beschriebenen Anordnung von selbst.

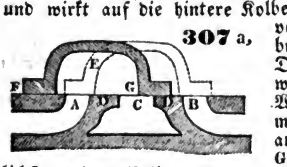
Das große Dampfrohr S, geht durch die vordere Endplatte des Kessels und steht daselbst mit zwei andern gebogenen und niederwärts gerichteten Röhren in Verbindung, in welchen der Dampf nach den Dampfkästen u, u zu den Schiebventilen V, V und so weiter gegen die Kolben der Zylinder H geführt wird. Die gußeisernen Dampfkästen u sind an die obere Seite des zugehörigen Kolbenzylinders, mit ihren Enden aber an die Kessel- und Rauchkastenwand angeschraubt.

Die Schiebventile V kommuniziren mit den Oeffnungen oder Dampfkammern m' und n', die in den jedesmaligen Zylinder führen, so wie auch mit der mittlern Oeffnung o, die in Verbindung mit den beiden aufwärts gerichteten Röhren p', p', p' und der Röhre p, das Blasenrohr genannt, stehen. Letzteres Rohr führt den auf die Kolben gewirkten Dampf ab und mündet in die Esse G. Bei einer schnellen Bewegung der Maschine strömt der verbrauchte Dampf als eine beinahe ununterbrochene Masse durch das Blasrohr p und erzeugt so den für die Verbrennung durchaus nöthigen Zug, der bei feststehenden Dampfmaschinen durch eine entsprechende Essenhöhe erreicht wird.

An jedem der Gleitventile V ist die Führungsstange l' derselben befestigt, die durch eine Stopfbüchse des Dampfkastens U tritt, und ihre den Schiebern mitzutheilende entsprechende Bewegung durch einen später anzugebenden Mechanismus empfängt.

Nimmt das Gleit- oder Schiebventil die Stellung von Fig. 305 b ein, so kann der vom Kessel kommende Dampf auf die vordere Fläche des Kolbens wirken, während der hinter dem Kolben befindliche Raum des Zylinders mit m' der Abflußöffnung o und dem Blasenrohre p in Verbindung steht, der vorher gewirkte Dampf also in die Esse entweichen kann. — Ist dagegen das Schiebventil nach rechts bewegt worden, nimmt es also die entgegengesetzte Stellung der Figur ein, so kommunizirt n mit o und dem Blasenrohre, der frische Dampf tritt durch m' in den Zylinder und wirkt auf die hintere Kolbenfläche. — Fig. 307 a ist ein Schiebventil in vergrößertem Maßstabe abgebildet, wobei A die hintere, B die vordere Dampfkammer, C die Oeffnung ist, durch welche der gebrauchte Dampf entweicht. Wie bereits bei den feststehenden Dampfmaschinen angegeben, sind auch hier die auf einander gleitenden Flächen, D, F und G, so genau bearbeitet, daß eine möglichst geringe Reibung statt findet; ferner wird auch hier der Schieber durch den auf seine Außenfläche wirkenden Dampf fortwährend dicht gegen die Flächen D, D gedrückt. Leicht wird man überdies nach dem Vorherbemerkten erkennen, daß bei der Fig. 307 a gezeichneten Stellung der Dampfkolben von links nach rechts getrieben wird. Die durch punktirte Linien angegebene Stellung des Schiebers ist die mittlere, wobei der Kolben beinahe das äußere Ende seines Weges erreicht hat und der Dampf weder in die Zylinder noch aus denselben treten kann. Die gußeisernen Zylinder sind übrigens in der Vorderwand des Kessels und in der Stirnwand des Rauchkastens auf eine Weise, wie aus den Figuren erhellt, befestigt und durch ebenfalls gußeiserne Deckel geschlossen. In dem dem Kessel nahe liegenden Deckel ist eine Stopfbüchse zur Dichtung und Führung der Kolbenstange Y angebracht. Der Dampfkolben X bedarf keiner besonderen Bemerkung, da er sich von den im Artikel

307 a.



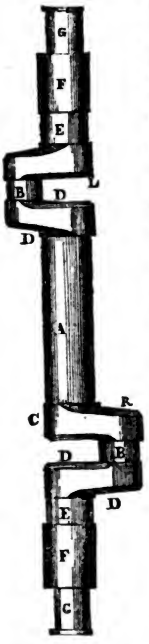
Digitized by Google

„Dampfmaschine“ beschriebenen und abgebildeten nicht unterscheidet. Der Durchmesser des Kolbens beträgt bei unserer Maschine 12 Zoll und die Länge des von demselben zu durchlaufenden Weges oder die Hublänge 18 Zoll, welches letzteres ein gewöhnliches Maß für Lokomotivmaschinen ist. Im Vorderdeckel jedes Zylinders ist ein Hahn q' angebracht, um das sich ansammelnde, kondensirte Wasser abzulassen; ein anderer Hahn r' dient zur Abführung eben dieses Wassers aus den Seitenröhren p', p' des Blasrohres.

Jede der Kolbenstangen endet sich in eine Gabel, durch deren Backen ein zylindrisches Querstück z geht, welches sich mit seinen Enden zwischen festliegenden Führungen A', A' bewegt, deren innere Länge natürlich etwas größer als die Hublänge des Kolbens ist. Zwischen den genannten gabelförmigen Backen wird das Querstück z von dem einen Ende einer Lenkstange B umfaßt, deren anderes Ende mit einem der beiden kurbelförmigen Theile oder den Krummzapfen C, C der zu den Mittel- oder großen Rädern (den Triebrädern) D' gehörigen Are in Verbindung steht. Die beiden genannten Krummzapfen der Triebare sind unter rechten Winkeln gegen einander gestellt, was namentlich aus Fig. 305 e erhellt, wo der eine in horizontaler Lage sichtbar ist, während der andere die senkrechte Stellung angenommen hat.

Die gekurbelte oder gekröpfte Are ist Fig. 308 im größern Maßstabe abgebildet, wobei die beiden Krummzapfen eine schiefe Stellung zur horizontalen Bildfläche haben. Da diese Are sowohl die bewegende Kraft auf den zu überwältigenden Widerstand überzutragen, als auch den größten Theil des ganzen Maschinengewichtes zu tragen hat, so ist dieselbe eben so fest als sorgfältig auszuführen und aus einem einzigen Stücke des allerbesten Schmiedeeisens zu bearbeiten.

308



Bei unserer Maschine beträgt die Gesammtlänge der Are 6½ Fuß mit einem Durchmesser von 5 Zoll. Der mittlere Theil A ist zylindrisch geformt, bei C, C, wo die Krummzapfen gebildet sind, hat sie 5 Zoll Dicke. Die Kurbelarme D, D haben 4 Zoll Breite oder Dicke und ihre Höhe oder rechtwinklige Entfernung von der geometrischen Are ist genau der halben Länge des Kolbenweges gleich, d. i. nach dem obigen 9 Zoll. Die zylindrischen Zapfen B, B, welche von dem einen Ende der Lenkstange Y umfaßt werden, haben 5 Zoll Durchmesser und 3 Zoll Länge. Auf den ebenfalls zylindrischen Theilen F, F von 7½ Zoll Länge sind die Triebräder D', D' genau konzentrisch und so aufgekeilt, daß ein Drehen oder Gleiten derselben auf der Are nicht möglich ist. Mit den an den Enden befindlichen Zapfen G, G läuft die ganze Are in messingenen Büchsen oder Lagern, die außerhalb am Maschinengestelle befestigt sind; auf genannten Zapfen ruht zugleich der größte Theil vom Gesammtgewichte der Maschine. Die schwierige höchst sorgfältige Bearbeitung der Kurbelare macht den Preis derselben sehr bedeutend, so daß z. B. die unserer Maschine mit 50 Pfd. Sterl. bezahlt werden mußte.

Wir kommen nunmehro auf die zur Bewegung der Schubventile nothwendigen und sonst hierher gehörigen Theile zurück.

Im Allgemeinen geschieht die Bewegung der Ventile durch exzentrische Scheiben, wie bei den feststehenden Dampfmaschinen bereits angegeben wurde. Natürlich sind hier, wegen der beiden Kolben, wenigstens zwei Exzentrics nothwendig, wovon auch das eine E' in Fig. 305 b, beide aber bei E' und

Digitized by Google

E″ im Grundrisse, Fig. 305 d sichtbar sind, von einem zweiten Paare Exzentrixs F′, F″ werden wir weiter unten das Nöthige anführen.

Mit den Exzentrixs E′ und E″ sind bezüglich die Schubstangen e″ und e‴ verbunden, letztere wieder mit doppelarmigen Hebeln l″ und l‴, welche die Bewegung den mit einander entsprechend vereinigten Schubstangen m″ und l′ und vermöge letzteren den Schieberventilen mittheilen. Die Stellung und Befestigung, welche man den Exzentrix zu geben hat, muß so sein, daß deren größter Halbmesser ziemlich einen rechten Winkel mit dem respektiven Krummzapfen bilden und außerdem auch so, daß sie bei der Bewegung immer um ¼ Umdrehung den Krummzapfen vorschreiten. Auf diese Weise geschieht es denn, daß wenn ein Kurbelarm vertikal steht, dem Dampfe der Eintritt in den Zylinder völlig geöffnet ist; dagegen, weinn ein Kurbelarm die horizontale Lage angenommen hat, der Schieber sich in der Mitte seines Weges befindet (wie die punktirte Stellung Fig. 306 a zeigt), dem Dampfe also der Ein- und Austritt völlig versperrt ist.

Wie vorbemerkt, bildet der größte Halbmesser eines Exzentrixs nicht genau einen rechten Winkel mit dem bezüglichen Krummzapfen, sondern liegt dieser Richtung etwas voraus. Diese Anordnung hat ihren besondern Grund darin, daß dem Dampfe der Zufluß gegen die eine oder andere Seite der Kolbenfläche etwas früher gestattet werden muß, ehe die Umsetzung der Kolbenbewegung, nach der Richtung, in welcher der Dampf einzuströmen beginnt, oder ehe der Kolben seinen ganzen Weg zurückgelegt hat. Die Bewegung des Schiebers eilt also zu der neuen Kolbenbewegung etwas vor und zwar beträgt dies bei unserer Maschine circa ⅛ Zoll.

Die Vortheile, welche durch dieses Voreilen des Dampfschiebers erzeugt werden, sind besonders drei. Einmal ist es unnütz, ja schädlich, den Kolben noch neue Kraft zuzuführen, wenn gleich nachher eine Umsetzung seiner Bewegung eintreten soll, ein anderes Mal wird es nothwendig sein, dem eingeführten Dampf zeitig genug eine Entweichungsöffnung darzubieten, wenn dieser nicht bei der rückgängigen Kolbenbewegung als Hinderniß auftreten soll, und endlich kann der Dampf, welcher wegen der früheren Absperrung nach hinten dem Kolben verbleibt, diesem als ein Federkissen dienen, wodurch zugleich schädliche Stöße vermieden werden. Bei den feststehenden Dampfmaschinen, wo die Umsetzung der Bewegung nicht so oft geschieht, auch leicht plötzlich erzeugt werden kann, ist solche Vorsicht weit weniger nöthig, als bei den Dampfwagen, wo 4 bis 6 Wachsel der Kolbenbewegung pr. Sekunde eintreten.

Die Stellung, welche wir bei unserer Erzentrix voraussetzen, erzeugt nur eine vorwärts gerichtete Bewegung des Dampfwagens, soll aber eine Bewegung rückwärts eintreten, so müssen dieselben die der vorigen genau entgegengesetzte Stellung annehmen. Obwohl nun diese Umsetzung durch dieselben Exzentrix, wenn diese nur entsprechend angeordnet werden, erreicht werden kann, so zieht man doch gewöhnlich vor, hierzu ein zweites Paar von Exzentrix anzubringen. Letzteres findet bei unserer Maschine statt, indem die Exzentrix E′, E″ nur zum Vorwärtsbewegen, ein anderes Paar F′, F″ aber, welches sich zu beiden Seiten der Axe nahe der großen Triebräder D befinden, zum Rückwärtsbewegen dient. Hierbei sitzen beide Paare von Exzentrix in bestimmter Lage auf der Axe fest und man hat nur nöthig, das eine oder andere Paar, vermöge eines eigenthümlichen Mechanismus, auszurücken oder eingreifen zu lassen, damit der Dampfwagen beliebig rückwärts oder vorwärts läuft. Genanntes Aus- oder Einrücken wird, zufolge der ganzen Anordnung, von dem nächst der Feuerthüre stehenden Maschinenführer leicht durch den Hebel, die sogenannte Rückstange w′ Fig. 295 f bewirkt.

Der Munitionswagen (Tender) Fig. 305 c und 305 e trägt auf seinem auf vier gleich großen Rädern ruhenden Gestelle einen beinahe hufeisen-

Digitized by Google

förmig gestalteten hohlen Körper J″, der zur Aufnahme des Wasservorrathes dient. Derselbe ist aus Eisenblechplatten gebildet und hat 9 Fuß Länge, 6¾ Fuß Weite und 2¼ Fuß Tiefe. Der vordere längere Theil desselben ist oberhalb überall durch Platten K″ gedeckt, also völlig verschlossen, in dem hinteren etwas höheren Theile befinden sich aber drei durch Klappen gedeckte Oeffnungen N″, wovon die mittlere O″ zum Einbringen des Wassers dient und mit dem übrigen Wasserraume kommunizirt, die beiden andern aber zu Räumen führen, die vom Wasser entsprechend abgegrenzt sind und zur Mitführung mancherlei Werkzeuge und anderer Gegenstände benutzt werden, die der augenblickliche Bedarf, wenn die Maschine im Dienste oder Gebrauche ist, sehr oft nöthig macht. Der vermöge der Gestalt des Wasserraumes innerhalb des Ganzen verbleibende freie Raum R″, dient zur Aufnahme der zum Heitzen nöthigen Coks oder anderen Brennmaterials, wobei die Bodenfläche S″ eine nach vorn geneigte schiefe Fläche bildet, damit das Material immer von selbst nach dem Orte hinrollt, wo es dem Heitzer zur Einführung im Feuerraum des Kessels am bequemsten zu liegen kommt. Von dem Behälter J aus wird das Speisewasser dem Kessel durch die gebogenen Röhren P″, Q″ und die horizontale Röhre K″ Fig. 305 b zugeführt. Das Zwischenrohr Q″ ist an seinen Verbindungsstellen durch Kugelgelenke oder andere Mittel, so weit beweglich oder biegsam gemacht, daß ein Zerbrechen bei vorkommenden Schwankungen oder Drehungen nicht eintreten kann, weshalb man dasselbe auch sehr oft durch ein Spritzenschlauchstück aus Leder oder Hanfgeflechte ersetzt. Uebrigens versteht es sich von selbst, daß O″ nach Belieben ganz außer Verbindung mit P″ gebracht und der Tender von der Maschine weggenommen werden kann; die eigentliche Befestigung des Tenders an der Lokomotive geschieht übrigens durch einen Bolzen X′ und dem beweglichen Zugkettengliede W.′ Da wo O″ mit der Horizontal-Röhre K′ vereint ist, befindet sich ein Hahn, der durch einen aufwärts geführten Stab t′ mit Griff vom Maschinenführer so gestellt werden kann, daß der Kessel immer eine entsprechende Wassermenge zugeführt erhält; zur völligen Abschließung des Wassers befindet sich am Tender außerdem ein Hahn P.″ Die Horizontalröhre K′ mündet in ein vertikal stehendes Rohrstück K von größerem Durchmesser, in welchem sich über einander zwei nur aufwärts zu öffnende Ventile befinden. Mit dem Raume zwischen diesen beiden Ventilen ist eine außerhalb am Kessel angebrachte Pumpe verbunden, die vermöge der ganzen Einrichtung das Wasser vom Tender aufsaugt und nach dem Kessel drückt.

309

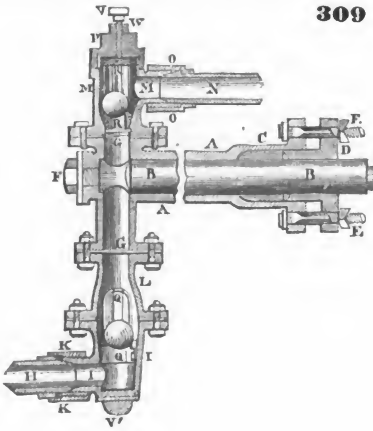


Fig. 309 zeigt den Vertikal-Durchschnitt der genannten Pumpe im vergrößerten Maßstabe. Das Ende des Horizontalrohres K′ ist in genannter Figur bei H hinzudenken, das vertikale erweiterte Rohrstück besteht aus mehreren Theilen, die gehörig

Digitized by Google

mit einander verbunden sind. Der untere Theil J ist mit einem zweiten Röhrenstücke L vereint, worin sich ein Kugelventil Q mit konischem Sitze befindet, und an welchem die Kugel beim Aufliegen überall dicht anschließt; ein aufwärts gerichteter, an der Kugel befestigter Rahmen dient dieser sowohl zur Führung, als er auch die Hubhöhe derselben bestimmt. Unterhalb ist J mit einer Schraube v' verschlossen, durch welche man zum Ventile Q gelangen kann. Das mittlere Röhrenstück G, ist mit dem Stiefel A, worin sich der Pumpenkolben B bewegt, aus einem Stücke gegossen. Bei C wird eine Liderung oder Dichtung angebracht, wogegen die Drückung D wirkt und welche letztere mittelst Schrauben E angezogen werden kann. Die Fortsetzung der Kolbenstange nach rechts ist entsprechend mit der Dampfkolbenstange Y und zwar so in Verbindung gesetzt, daß die Pumpe gleichen Hub mit dem Dampfkolben, also 18 Zoll hat. In dem oberen Röhrenstücke M befindet sich das Steigventil, so wie das durch einen Muff O befestigte Steigrohr N, in welchem das Wasser nach dem Kessel geführt wird. Eine solche vereinigte Saug- und Druckpumpe befindet sich übrigens auf jeder Seite der Maschine.

Einen wichtigen, bisher nicht näher berührten Theil jedes Dampfwagens bilden die Räder desselben. Bei unserer Maschine sind zweierlei Arten von Rädern angewandt. Die mittleren oder Treibräder D haben keine Spurkränze und einen Durchmesser von 5 Fuß, an dem andern beiden Paare, den sogenannten Laufrädern, von nur 3½ Fuß Durchmesser, sind jedoch Spurkränze angebracht, weßhalb sie besonders auch dazu dienen, den Wagen zwischen den Schienen zu erhalten.

Die Felgen sämmtlicher Räder bestehen aus zwei über einander liegenden konzentrischen Reifen, wovon der untere, in welchem die Speichen befestigt sind, aus Gußeisen, der äußere aber aus Schmiedeeisen besteht, und welcher letztere im rothglühenden Zustande auf ersteren gezogen ist.

Die Speichen bestehen aus hohlen schmiedeeisernen Röhren, die gegen die Ebene des Rades etwas geneigt sind und zwar so, daß abwechselnd die Neigung der einen auswärts, der nächstfolgenden aber einwärts gerichtet ist. Statt dieser Gestaltung und Anordnung wendet man indeß auch verschiedene andere an.

Sämmtliche Räder sitzen an ihren respektiven Aren fest, was durchaus nöthig ist, wenn die gehörige Stabilität des Ganzen erreicht und ein seitliches Ausweichen vermieden werden soll. Die Aren ragen ferner mit ihren Zapfen außerhalb den Radebenen vor und laufen daselbst in messingenen Büchsen R. Diese Büchsen haben ihren Sitz zwischen Backen oder Hängearmen Q', Q' (in den Endansichten des Wagens besonders sichtbar), welche Theile die starken Eisenplatten bilden, womit das äußere hölzerne und rahmenförmige Gestelle N' bekleidet ist. — Auf dem Deckel jeder dieser Büchsen ruht das untere Ende einer vertikalen Stütze Fig. 305 h x', w', deren anderes Ende mit einer starken Druckfeder S' verbunden ist. Von diesen Druckfedern befinden sich die der Triebräder über und die der Laufräder unter dem großen Maschinenrahmen N', alle sind aber an letzterem befestigt und auf ihnen ruht das entsprechend vertheilte ganze Gewicht des Wagens. Da die Enden der vertikalen Stützen w', x' mit den Zapfenbüchsen nicht fest verbunden sind, so erkennt man, wie die Deckel der letztern, wenn die Räder über vorstehende Schienenfugen oder andere solche Hindernisse weggehen, zwischen den Backen Q etwas auf- und abwärts steigen und erzeugte Stöße auf die Druckfedern übertragen können, ohne daß davon die übrigen Maschinentheile leiden, oder wohl gar zerstört werden.

Zwischen den großen Maschinenrahmen sind unterhalb des Kessels zur Aufnahme und Unterstützung aller nothwendigen Theile, wie aus dem Grundrisse erhellt, eiserne Längen- und Querrahmen angebracht. Der Kessel ist vermittelst 6 eiserner Kniestücken u' auf dem Rahmen N' befestigt.

Von den bisher noch nicht beschriebenen Theilen bedürfen noch folgende, welche sich auf dem Kessel befinden, einer kurzen Erwähnung.

Digitized by Google

P ist das sogenannte Mannloch zum Reinigen des Kessels, N und O sind zwei Sicherheitsventile, wovon das erstere unter der Kontrolle des Maschinenführers steht, letzteres jedoch für denselben fortwährend verschlossen ist. Das Ventil N steht mit einem Hebel in Verbindung, dessen äußeres Ende durch eine am Kessel befestigte Federwage (spring balance) W niedergehalten wird und welche letztere zugleich dazu dient, die Größe der Dampfspannung im Kessel messen zu können. Auf der Decke des Kessels nächst dem Standpunkte des Maschinenführers befindet sich endlich noch die Dampfpfeife Z, die der Maschinenführer zum Signalgeben benutzt. Dieselbe besteht aus zwei Hohlkugeln oder Glocken, die über einander angebracht sind, ohne sich jedoch zu berühren. Die untere hängt mit einer Röhre zusammen, welche mit dem Dampfraume des Kessels kommunizirt und die durch einen Hahn verschlossen werden kann. Oeffnet man den Hahn, so steigt der Dampf in der letztgenannten Röhre aufwärts, geht durch zwei seitlich in ihr angebrachte Oeffnungen, welche in die untere Halbkugel münden, aus welcher er jedoch nach der oberen Kugelhälfte nur durch einen sehr engen ringförmigen Raum strömen kann, welchen ein oberhalb der Röhre angebrachter Teller zwischen seinem Rande und der untern Kugel freiläßt. Wie auf solche Weise ein alles durchdringendes Pfeifen erzeugt wird, ist leicht erklärbar.

Ein nächst der Feuerthüre G, befindlicher gläserner Wasserstandzeiger L, bedarf keiner besonderen Erwähnung, indem ein solcher bereits vollständig im Artikel „Dampfmaschine“ beschrieben wurde.

Um starke Stöße beim Zusammentreffen mit andern Bahnwagen zu vermeiden, sind am vordern Ende des Dampfwagens und am hintern des Tenders mit Pferdehaaren ausgefüllte Lederkissen T', gewöhnlich Buffer genannt, angebracht und wovon die des Tenders noch entsprechend mit einer Springfeder in Verbindung gesetzt sind.

Am Tender befindet sich endlich noch eine Bremse, die aus mit den Rändern konzentrischen Holzbacken gebildet ist und welche mit den an übrigen Wagen eines Zuges befindlichen Bremsen dazu dient, die Geschwindigkeit der Bewegung nach Umständen zu vermindern, oder wenn die Maschine zu arbeiten aufgehört hat, das Anhalten des Wagenzuges zu beschleunigen. Eine ausführliche Beschreibung dieser Bremsen wird später bei den Transportwagen folgen.

Das Gewicht unserer beschriebenen Maschine beträgt im gefüllten Zustande 12 Tonnen, das des leeren Tenders 3½ Tonnen, und wenn dieselbe mit Wasser gefüllt und mit Coks beladen ist, 7 Tonnen. In jeder Stunde kann dieselbe 78 Cubikfuß Wasser verdampfen, wozu circa 600 bis 700 Pfd. Coks verbrannt werden müssen *). Auf der Horizontale zieht die Maschine 223 Tonnen mit einer Geschwindigkeit von 14 engl. Meilen pr. Stunde. Ihr Preis beträgt 1400 Pfd. Sterl.

In ganz neuester Zeit hat man sich mannigfach bemüht, die Dampfwagen noch mehr zu verbessern und namentlich dahin zu gelangen, die gekurbelte Are zu entfernen, die beweglichen Maschinentheile nicht alle unter dem Kessel zusammenzudrängen und eine noch größere Verdampfungsfähigkeit durch Verlängerung des Kessels zu erreichen.

Von allen ist dies dem Mechaniker Norris in Philadelphia gelungen, dessen Konstruktionssystem dem Hauptprinzipe nach die Oberhand gewinnen zu wollen scheint.

Bei Norris Dampfwagen liegen die Dampfzylinder und deren Schiebergehäuse frei außerhalb zu beiden Seiten des Kessels in einer nach dem Hintertheile der Maschine zu etwas geneigten Lage. Die Kolbenstangen laufen ebenfalls ganz frei zu den Seiten des Kessels und bewegen mittelst der Kurbelstange die an einer geraden, nicht verkröpften

*) Gewöhnlich rechnet man 0.8 Pfd. Koks, um eine Tonne Brutto Ladung 1 engl. Meile weit auf der Horizontale zu transportiren.

Digitized by Google

Are die Triebräder, indem sie (die Kurbelstangen) an einer zwischen den Speichen derselben sitzenden Warze befestigt sind.

Die Triebräder liegen unter dem hintern Theile der Maschine, wodurch eine solche Last auf sie gebracht ist, daß sie einen größeren Widerstand (Adhäsion) auf den Schienen auszuüben im Stande sind, als es bei einer anderen Einrichtung und gleichem Gewichte der Maschine möglich wäre. Vier kleine, paarweise mit einander verbundene Räder tragen den Vordertheil der Maschine. Diese vier Räder sind unter einander mittelst eines Rahmens in der Art verbunden, daß sie sich frei um einen vertikalen Zapfen (wie das Vordergestelle eines gewöhnlichen Wagens um den Reihnagel) bewegen können.

Die Beweglichkeit der Vorderräder macht die Maschine zum Gebrauche für Krümmungen von kleinerem Halbmesser geeigneter.

Auf den meisten amerikanischen Bahnen befinden sich Norris-Dampfwagen und auch auf mehreren deutschen Bahnen, wie unter andern auf der Berlin-Potsdamer- und auf der Ferdinands-Nordbahn hat man sie mit Nutzen angewandt. Seit Kurzem haben sie auch in England Eingang gefunden und eine Compagnie hat deren bereits 10 angeschafft und im Betriebe.

Ein am Ende des vorigen Jahres (1841) aus England zurückgekehrter deutscher Techniker berichtete uns hinsichtlich dessen, was die Norris'schen Maschinen leisteten, Folgendes. Derselbe sah nämlich einen solchen Dampfwagen bei gutem Wetter mit 4 bis 5 angehangenen und belasteten Personenwagen eine schiefe Ebene von 1 auf 37 mit einer Geschwindigkeit von 10 bis 15 engl. Meilen pr. Stunde aufwärts fahren.

Ein Dampfwagen nach dem Norris'schen Prinzipe ist, mit mancherlei Verbesserungen, vor Kurzem aus der Werkstatt des tüchtigen Mechanikers Borsig in Berlin hervorgegangen, deren Abbildung wir hier in Fig. 310 geben.

Dabei ist A, der Dampfkessel mit dem Dampfraume A'; A'' ist der Feuerraum, a', a' sind Probirhähne, von denen bei normalem Wasserstande die unteren Wasser, die oberen Dampf auslassen müssen, wenn sie geöffnet werden. In a'' ist die Dampfpfeife sichtbar und a''' ist eine Stange zum Oeffnen und Schließen eines Hahnes in der Speisepumpe, wodurch der Maschinist zugleich sich überzeugen kann, ob die Pumpe in Thätigkeit ist oder nicht. B ist die Feuereße, die von dem Rauchkasten B' ausgeht. C ist einer der Dampfzylinder, D die Kolbenstange; E die Triebstange, die an einem Ende mit der Kolbenstange, am andern mit einer Warze des Triebrades F, in Verbindung steht, und so die hin- und hergehende Bewegung der Dampfkolben auf das Triebrad überträgt und dessen Umdrehung veranlaßt. Ganz dieselbe Anordnung findet sich auf der andern Seite der Maschine.

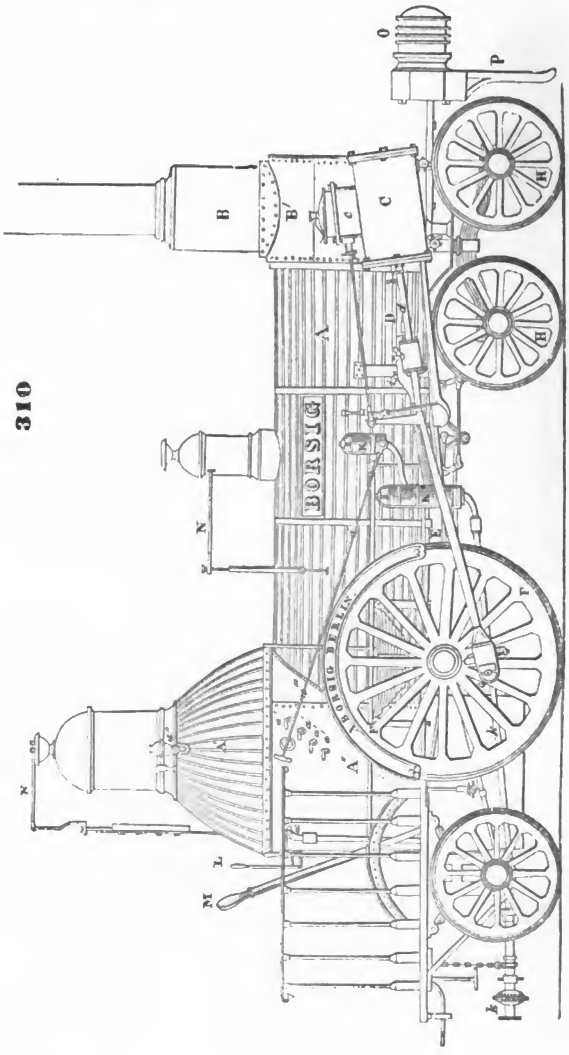
Die Geradeführung der Kolbenstangen geschieht durch zwei runde, parallel mit der Kolbenaxe laufende Stäbe d. An einem an der Kolbenstange befestigten Querstück i, ist der Kolben der Kesselpumpe J, angebracht, welche letztere parallel mit der Axe des Dampfzylinders liegt und gleichen Hub mit dem Dampfkolben hat. K sind die Ventilkasten, die so eingerichtet sind, daß man durch Wegnahme einer Schraube zu den Ventilen gelangen kann, indem dadurch ein schmiedeeiserner Bügel gelöscht wird, der die Ventile in ihren Sitzen hält. K ist das Rohr, welches das Wasser vom Tender herführt. L ist die Handhabe des Regulators, mittelst welchem der Dampfzufluß aus dem Kessel nach dem Zylinder geöffnet oder versperrt wird. M sind Handhaben, die zur Steuerung führen, wodurch der Dampfzufluß entweder auf die ein oder andere Seite der Dampfzylinder gestattet und dadurch eine vor- oder rückgängige Bewegung der Maschine veranlaßt wird. N, N sind Sicherheitsventile, deren Belastung durch Federn hervorgebracht wird.

Die ganze eben beschriebene Maschine ist, besonders zwischen den äußeren schräg liegenden Zylindern und den Triebrädern, etwas länger

Digitized by Google

als die von Noris selbst konstruirten. Hierdurch wird die Triebstange F, so wie auch der Kessel etwas länger, was beides vortheilhaft ist.

310



Digitized by Google

Dieser Verlängerung wegen, so wie auch besonders deshalb, um die sonst leicht eintretende Drehung der ganzen Maschine, wodurch Axen und Räder leiden, zu vermeiden, sind außer den 2 vordern Paaren von Laufrädern H, H, hinten unter dem Feuerplatze und Stande des Maschinisten noch ein 3tes Paar angebracht.

O sind endlich die Buffer zum Auffangen etwaiger Stöße und P, P Eisenstangen, an welchen Besen befestigt werden, die auf den Schienen liegende kleine Körper, wie Steinchen u. dgl., wegkehren.

Der Preis einer solchen Maschine ist 12000 Thaler.

Es würde nunmehro, wo das Allgemeinste über Dampfwagen aufgeführt ist, dem Gange der Darstellung entsprechend sein, Einiges über die Berechnung der Kraft und den Effekt derselben anzugeben, wenn solches, bei nur einiger Ausführlichkeit, die Grenzen des Zweckes unseres Werkes nicht überstiege und weshalb denn auf das bereits frühere zitirte Werk Pambours verwiesen werden muß.

Wir begnügen uns eine nach Pambours Versuchen zusammengestellte Tabelle mitzutheilen, welche den bereits erwähnten Einfluß erkennen läßt, welcher beim Ersteigen von schiefen Ebenen auf die Geschwindigkeit und die Zugkraft der Dampfwagen ausgeübt wird, so wie einiges über die Adhäsionskraft derselben anzuführen.

Der zu den Versuchen benutzte Dampfwagen hatte Dampfzylinder von 11 Zoll Durchmesser, 16 Zoll Kolbenhub, Triebräder von 5 Fuß Höhe und ein Gewicht von 8 Tonnen. Die Verdampfungsfähigkeit des Kessels betrug 65 Cubikfuß Wasser pr. Stunde, der Dampfdruck 70 Pfd. pr. Quadratzoll, und pr. Stunde wurden 598 Pfd. Coks verbrannt.

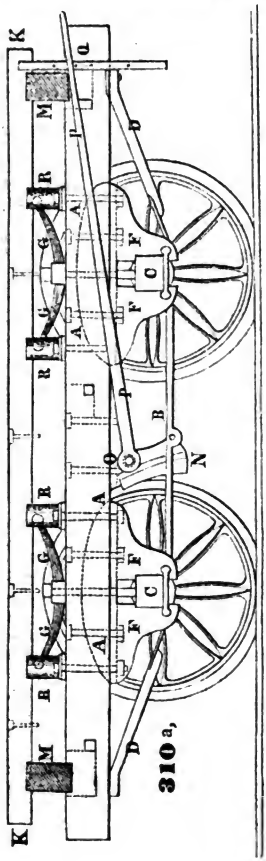
Steigerungsverhältniß der zu ersteigenden Ebene.	Geschwindigkeit der Maschine in engl. Meilen pr Stunde.	Bruttolast oder Widerstand der Maschine auf die Horizontale reduzirt, in engl. Tonnen à 2240 Pfd.
Horizontal	25,1	56,0
1/1000	23,53	79,8
1/500	21,46	103,8
1/300	19,09	135,7
1/200	16,91	175,5
1/150	14,90	215,3

Was die ebenfalls schon früher erwähnte Adhäsionskraft der Triebräder eines Dampfwagens betrifft, die unumgänglich nothwendig ist, wenn die Räder eine fortschreitende und nicht blos eine drehende Bewegung annehmen sollen, so hängt die Größe derselben von der Beschaffenheit der Schienenoberfläche, der Radreifen und von dem augenblicklichen Zustande der jedesmaligen Witterung ab. Sie ist nämlich am größten, wenn die Oberfläche der Schienen entweder ganz trocken oder ganz naß ist, weil sie in beiden Fällen durchaus von Unreinigkeiten befreit sind. Sind dagegen die Schienen nur feucht und theilweise mit Koth bedeckt, wie bei neblichtem Wetter im Winter und Herbst, so ist die Adhäsion der Räder auf den Schienen am geringsten. Zur Bestimmung der Adhäsionskraft sind von Pambour, Wood und Andern viele Versuche angestellt, deren Resultate folgende sind:

Nach den Angaben des Ersteren zog der Dampfwagen Fury zehn beladene Wägen, welche nebst dem Tender von 5 Tonnen Gewicht zusammen 56,16 Tonnen wogen, die Whiston-Rampe oder schiefe Fläche auf der Liverpool-Manchester-Bahn aufwärts. Die Ladung auf der Rampe war in Bezug auf Zugkraft gleich einer Last von 244 Tonnen auf einer

Digitized by Google

horizontalen Bahn, d. h. sie leistete einen Widerstand von 1952 Pfund engl., wenn, wie schon früher, die Zugkraft einer Tonne zu 8 Pfund angenommen wird. Das ganze Gewicht des Dampfwagens betrug 8,2 Tonnen; es kommen aber davon nur 5,5 Tonnen auf die beiden der Adhäsion unterworfenen Triebräder, so daß die Maschine eine Last gleich den $44^1/_2$ $(= {}^{2440}/_{55})$ fachen Drucke auf die Triebräder zu ziehen vermogte, ohne daß ein Gleiten der Räder statt fand. Da nun die Zugkraft 1952 Pfund sein sollte, der Druck auf die Triebräder aber 5,5 Tonnen oder $5{,}5 + 2240 = 12342$ Pfund war, so betrug die Adhäsionskraft ${}^{1952}/_{12342} = {}^1/_6$ des auf den Triebrädern lastenden Gewichtes. Dieser Versuch wurde unter den günstigsten Umständen bei gänzlicher Trockenheit der Schienen angestellt, und das Resultat kann daher nur als ein Maximum der Adhäsionswirkung betrachtet werden.



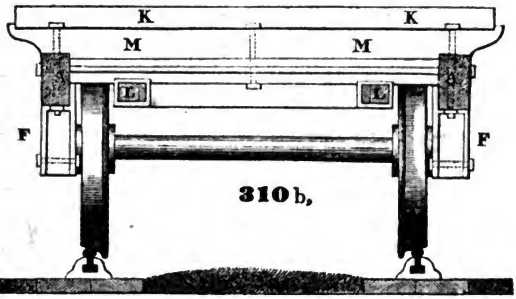
Waren dagegen die Schienen feucht und schlüpfrig, so konnte die Maschine nur noch 5 beladene Wagen oder 75 Tonnen mit Einschluß des Tenders ziehen. Da in diesem Falle die nöthige Zugkraft $75 + 8 = 600$ Pfund beträgt, so ist die Adhäsionskraft gleich ${}^{600}/_{12342} = {}^1/_{20}$ des auf die Triebräder lastenden Gewichtes. Die Werthe von $^1/_6$ und $^1/_{20}$ können daher als Grenzen der Adhäsionskraft angenommen werden.

Hiermit beschließen wir das Kapitel über Dampfwagen und wenden uns zu den Bahnwägen für Fracht und Personen.

Sowohl den Fracht- als Personenwagen gibt man gewöhnlich nur 4 Räder, doch sind die Wagen selbst, ihrer Form nach, welche durch ihren Zweck bestimmt, wird verschieden von den der gewöhnlichen Landfuhrwerke, um mit der geforderten Schnelligkeit und Sicherheit auf den Bahnschienen fortbewegt werden zu können.

Fig. 310 a, und 310 b, sind Abbildungen eines oben flachen Güterwagens zum Transport von Ballen, Kisten und Kollis jeder Art, und zwar ist die erste Figur eine Seiten-, die zweite eine Endansicht desselben. Das Hauptgestell des Wagens besteht aus vier Langbäumen A, A in welche drei Querriegel M, M eingezapft, durch Schraubenbolzen und Stangen fest verbunden sind. Auf diesem Hauptgestelle ruht das Obergestell, um den Boden zu bilden, auf welchen die zu transportirenden Güter gelegt werden. Dieses Gestell ist alsdann mit Brettern bedeckt, die nach der Mitte zu etwas geneigt sind, damit die Guter sicherer liegen. Die aus Gußeisen oder aus Schmiedeeisen bestehenden Räder haben gewöhnlich 3 bis $3^1/_2$ Fuß Durchmesser, mit schmiedeeisernen Aren von 3 bis 4 Zoll Stärke, welche Letztere wiebei den Dampfwagen mit den Rädern fest verbunden sind und mit ihren Zapfen

in messingenen Büchsen C, C laufen. Auf diesen Büchsen ruhen ebenfalls wie bei den Dampfwagen die Stützen der Druckfedern G, G, welche letztere das ganze Gewicht des Wagens und der darauf gelegten Last tragen.



Eine besondere Erklärung bedarf das Bremswerk in der Hauptsache mit dem am Tender angebrachten übereinstimmend. Nahe einem der Räder ist am Untergestelle ein hölzernes, mit dem Radumfange konzentrisches Bogenstück N, angebracht, welches um sein oberes Ende drehbar ist. Mit N ist ferner ein Hebel P, verbunden, der mit seinem freien Ende Q beliebig festgestellt werden kann. Drückt man nun das gedachte Ende gehörig niederwärts, so legt sich das Segment oder der Backen N, an den Umfang der Felge und verhindert die Umdrehung des Rades, so daß dasselbe auf den Bahnschienen nur schleifen und einen bedeutenden Widerstand erzeugen kann.

Fig. 310 c, zeigt einen Packwagen, wie solche bei Personentransporten nöthig sind.

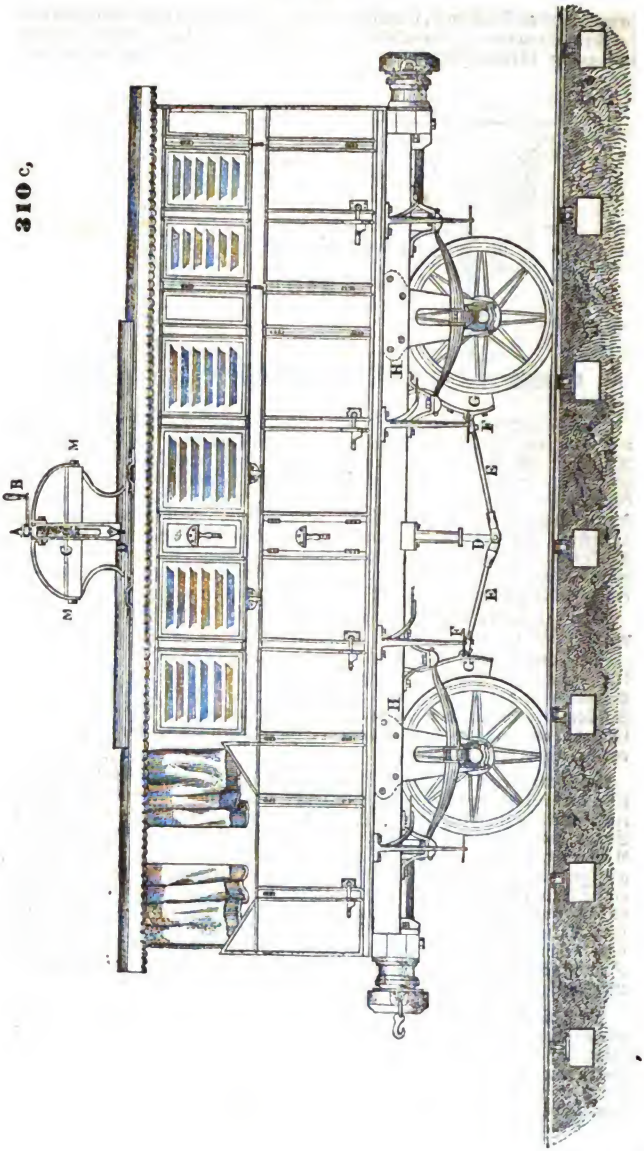
Die Einrichtung desselben erhellt aus der Abbildung selbst. Der Wagenkörper entspricht der zweckmäßigen Aufnahme von Felleisen, Reisekoffern, Paqueten u. dgl. Die Stoßballen oder Buffers drücken hier mit den Staben, woran sie befestigt sind, auf zwei unter dem Wagenkasten im Gestelle angebrachte Blattfedern (Stoßfedern). Die Bremse bedarf einer besonderen Erklärung.

Auf der Decke des Wagens befindet sich eine Schraube A, die nur eine drehende, aber keine fortschreitende Bewegung annehmen kann, mit einer Kurbel zum Umdrehen derselben. Diese Schraube wird an beiden Enden von Theilen eines gebogenen aus Eisenstäben gebildeten Stückes M umfaßt, welches auf der Wagendecke fest sitzt. C ist eine Schraubenmutter, die mit einem kurzen Eisenstabe einen Körper bildet, an welchem die Schub- oder Hängestange D angebracht ist. Das untere Ende von D nimmt zwei Zugstangen E, E auf, die mit den hölzernen Bremsbacken G, G entsprechend verbunden sind. Dreht man die Kurbel der Schraube nach gehöriger Richtung um, so erhebt sich die Mutter C, mit ihr die Schubstange D und die Zugstange E, und letztere beiden pressen die Bremsstücken G gegen die Umfänge der Räder.

Was die Personenwagen betrifft, so haben die Untergestelle derselben gewöhnlich die Form des eben beschriebenen Packwagens und nur die Wagenkasten, die der zweckmäßigen Aufnahme der Reisenden entsprechen, haben eine veränderte Gestalt. Gewöhnlich sind die Wagen nach letzteren in 3 oder 4 Klassen getheilt, wovon die erste und zweite Klasse ganz bedeckt, die letztere aber nur zum Theil oder auch ganz offen ge-

Digitized by Google

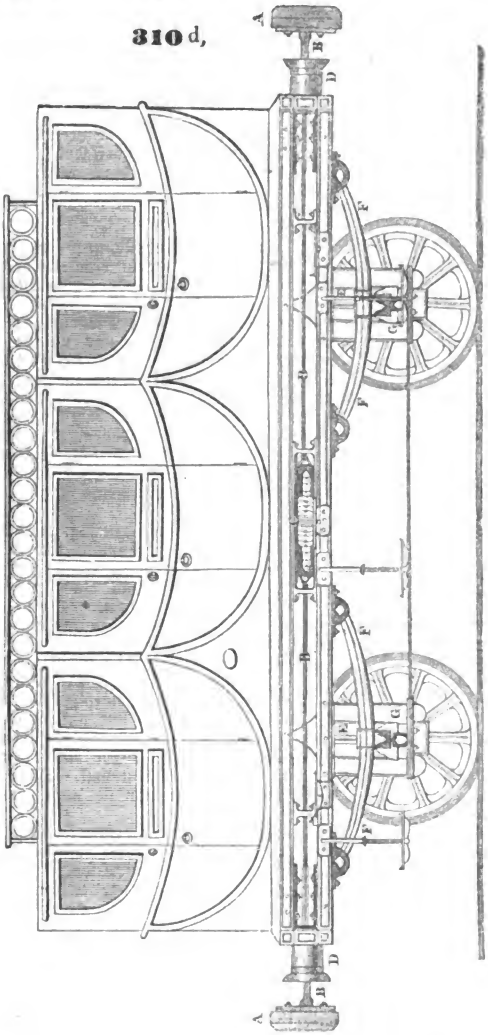
310 c.



Digitized by Google

lassen ist. Die Wagen 3. Klasse haben an ihrem Untergestelle weder Stoß- noch Zug-, wohl aber die Tragfedern. — Einen Personenwagen erster Klasse zeigt Fig. 310 d.

310 d,



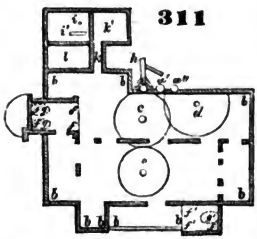
Digitized by Google

Eisengießerei. (Founding of iron.) Das Eisen wird entweder unmittelbar aus dem Hohofen gegossen, oder aber, man schmelzt Roheisen in besonderen Oefen um, ein Verfahren, das in mehrfacher Beziehung vor dem ersteren den Vorzug verdient. Der wesentlichste und schwierigste Theil der Eisengießerei besteht jedoch in der Förmerei, d. h. der Herstellung der Formen. Als Brennmaterial werden entweder Kokes oder Steinkohlen angewandt, erstere beim Umschmelzen in Kupolöfen, letztere bei Flammöfen.

Zu einer gut und vollständig eingerichteten Eisengießerei gehören folgende Theile:

1. Magazine zur Aufnahme der nöthigen Vorräthe verschiedener Roheisensorten, die je nach der verlangten Beschaffenheit des zu gießenden Eisens in angemessenem Verhältniß gemischt und zusammengeschmolzen werden; ferner für Steinkohlen, Kokes, Sand, Thon, Kohlenpulver und Kuhhaar.
2. Ein oder mehrere Kupolöfen.
3. Eine Werkstätte zur Verfertigung der Modelle, und zum Zubereiten der Materialien für die Formen. Es muß darin eine kleine Quetschmühle zur Zubereitung des Lehms, und eine andere zum Mahlen von Holz- und Steinkohle vorhanden sein.
4. Ein sehr geräumiges Lokal, die eigentliche Gießerei, in welchem die Formen aufgestellt oder eingegraben werden, und wo das Gießen geschieht. Die Formen bestehen meistentheils aus zwei Hälften, und sind bei größeren Güssen außerordentlich schwer. Um sie gehörig manipuliren zu können, müssen mehrere drehbare Krahne in der Gießerei vorhanden sein. Das Gießen wird entweder mit großen Löffeln oder Gießkellen bewirkt, die in freier Hand getragen werden, oder bei großen Stücken durch Fortleiten des Eisens aus dem Stichloche des Ofens, durch dazu angelegte Rinnen, nach den Formen.
5. Eine Trockenstube zum Austrocknen der Formen.
6. Das Gebläse.

Die Anordnung einer bequemen Eisengießerei ist in Fig. 311 dargestellt.



bbb ist das geräumige, zum Gießen bestimmte Lokal, dessen Sohle bis zu einer Tiefe von 3 Fuß mit einer Mischung von Sand und Kohlenpulver, von früheren Güssen herrührend, aufgefüllt ist. Die lockere Masse läßt sich nach Erforderniß leicht aufhäufen oder ausgraben, je nachdem die Anbringung der Formen das Eine oder Andere nöthig macht. In der Nähe der Oefen sind außerdem mehrere zylindrisch ausgemauerte Gruben von 15 bis 21 Fuß Tiefe zur Aufnahme langer hoher Formen bestimmt. Diese Gruben werden, wenn man sie nicht braucht, mit Sand angefüllt.

a ein Kupolofen von der demnächst näher zu beschreibenden Einrichtung, und von der Größe, daß er 5 Tonnen Eisen fassen kann. a′ ein ähnlicher, aber kleinerer Kupolofen zu $1^3/_4$ Tonnen Eisen. a″ ein dritter Reserveofen von der Größe wie der erstere, für den Fall, daß sehr große Sachen gegossen werden müssen. c, d, e, drei drehbare Krahne, theils zum Heben und Senken der Formen, theils zum Transport der Gießkellen. Diese Krahne bestehen ganz einfach aus vertikalen, 16 Fuß hohen Bäumen, die sich an ihrem oberen Ende in einem Ringe, und zu unterst mittelst eines Zapfens in einer Pfanne drehen. Der Baum trägt ziemlich an seinem oberen Ende einen starken horizontalen Arm, der durch eine, von dem unteren Ende des Baumes ausgehende Strebe unterstützt wird. Auf diesem Arm ist eine Art Wagen verschiebbar, an

Digitized by Google

welchem der Flaschenzug zum Heben der Gegenstände hängt. Durch einen einfachen Mechanismus mit einer gezahnten Stange und einem Getriebe, das von unten gedreht werden kann, läßt sich dieser Wagen auf dem Arme rück- und vorwärts bewegen. Mittelst der drei so eingerichteten Krahne hat man es in seiner Gewalt, Massen bis zum Gewicht von 5 Tonnen mit der größten Leichtigkeit zu handhaben und genau an jede Stelle innnerhalb der durch die Krahne zu beschreibenden Zirkel zu bringen.

ff das Trockenzimmer, dessen Fußboden genau in gleicher Höhe mit der Sohle des Gießlokals liegt.

gg Verkokungsöfen.

f' f' ein zweites Trockenzimmer für kleinere Gegenstände.

g' ein dritter Verkokungsofen.

h der Raum für das Gebläse.

i und i' die Dampfmaschine nebst dem Dampfkessel zum Treiben des Gebläses, der Lehmquetschmühle, die sich bei k befindet, und der Kohlenmühle.

k' Raum zum Zubereiten des Lehmes und der sonstigen Formmaterialien.

l die Werkstätte zum Anfertigen der Modelle.

Die Vorräthe von Gußeisen, Steinkohlen u. s. w. werden unter eigenen Bedachungen, oder auch unter freiem Himmel in der Nähe der Gießerei aufbewahrt, wo sich außerdem noch eine Schmiede, eine Zimmermannswerkstätte, und ein Lokal zum Reinigen und Nachhelfen der gegossenen Stücke befindet.

Eine Gießerei von dieser Einrichtung erfordert einen Raum von 240 Fuß im Quadrat, und kann, wenn täglich einmal Nachmittags, und einmal Abends gegossen wird, an größeren und kleineren Sachen durchschnittlich etwa 7 bis 800 Tonnen jährlich liefern. Die Zahl der Arbeiter, einschließlich einer Anzahl Knaben zu leichteren Verrichtungen, beträgt etwa 100.

Die Förmerei. Die Hauptbedingungen einer jeden Form sind: a) daß sie genau der Gestalt des zu gießenden Gegenstandes entspricht; b) daß sie die nöthige Festigkeit besitzt, um das Anfüllen mit dem geschmolzenen Eisen zu ertragen, ohne in irgend einer Art nachzugeben; c) daß sie sowohl der in ihr enthaltenen Luft, als auch dem Kohlenwasserstoffgas, das sich bei Berührung des Eisens mit der Kohle und der Feuchtigkeit der Form erzeugt, einen freien Abzug gestattet. Denn wenn diese Bedingung nicht vollständig erfüllt ist, so kann durch die gewaltsame Ausdehnung der eingeschlossenen Luft die Form auseinander getrieben, oder, wenn dies auch nicht geschehen sollte, doch jedenfalls das Gußstück fehlerhaft, und das Eisen löchrig oder blasig ausfallen.

Man unterscheidet drei Arten der Förmerei: 1. in magerem Sand, 2. in fettem, mit Kohle gemengten Sand, 3. in Lehm.

Eine detaillirte Beschreibung des Verfahrens beim Formen zu geben, würde natürlich hier zu weit führen; doch mögen einige allgemeine Bemerkungen über jede dieser drei Arten, nebst einigen wenigen Beispielen hier einen Platz finden.

1. Das Formen mit grünem oder magerem Sand. Man bedient sich hierzu eines feinkörnigen, ein wenig thonigen Quarzsandes, der mit ungefähr $^1/_7$ seines Volumens Kohlenpulver gemischt, und in dem Grade von Feuchtigkeit angewandt wird, daß er, ohne sehr naß zu sein, dennoch die ihm ertheilte Form beibehält. Hat dieser Sand einmal zu einer Form gedient, so ist er nur noch zu ganz groben Arbeiten wieder zu brauchen, oder wird zum äußerlichen Ausfüllen der Formflaschen benutzt.

Bei der mageren Sandförmerei ist ein genaues Modell von Holz oder Metall des zu gießenden Stückes erforderlich. Metallene Modelle

Digitized by Google

sind den hölzernen weit vorzuziehen, weil sie nicht, wie jene, dem Werfen und anderen Formänderungen unterliegen. Um aus magerem Sand eine Form zu bilden, hat man in der Regel zwei eiserne Rahmen, Kasten oder Laden, die einen sehr wichtigen, nicht wenig kostspieligen Theil des Inventars einer Eisengießerei ausmachen. Es sind länglich viereckige, verhältnißmäßig hohe Rahmen ohne Boden, durch die, zumal bei größeren Kasten, mehrere Eisenstäbe der Breite nach hindurch gehen, um dem Sande einen Anhaltspunkt zu geben. Zwei oder drei solcher Rahmen gehören in der Regel zusammen, und sind, der eine mit vorspringenden Zapfen, der andere mit entsprechenden runden Löchern versehen, so daß sie nicht anders, als in genau richtiger Lage an einander gelegt werden können. Daß der innere Raum zweier, solchergestalt zusammengelegter und durch Keile oder Stifte an einander befestigter Kasten hinreichend groß sein muß, um das Modell nach allen Richtungen ganz einzuschließen, ist leicht zu begreifen.

Soll nun ein Modell abgeformt werden, so wird die eine Hälfte Nr. 1. einer Formlade von angemessener Größe auf die Erde oder die Formbank gelegt, mit dem feuchten Formsand angefüllt, und dieser darin festgestampft. Man drückt nun das Modell, vorausgesetzt, daß es eine ganz einfache Gestalt hat, zur Hälfte in die Sandoberfläche ein, bestreut diese, um das Anhaften der zweiten Formhälfte zu verhindern, mit feinem Sand oder Kohlenpulver, setzt nun die zweite Hälfte der Lade auf, füllt sie, unter gehörigem Andrücken mit Formsand, und wendet nun das Ganze um, so daß Nr. 1 zu oberst liegt. Diese hebt man nun vorsichtig und in genau vertikaler Richtung ab; so daß das Modell an der, jetzt zu oberst liegenden Seite wieder entblößt wird, während es mit der unteren Hälfte in dem Sande der Nr. 2 liegen bleibt. Der Former sucht nun durch vorsichtiges Besprengen mit ein wenig Wasser und leises Andrücken den Formsand in der nächsten Umgebung des Modells noch mehr zu verdichten, bestäubt nun die obere aus der unteren Formhälfte hervorragende Hälfte des Modells, so wie auch die umgebende Oberfläche des Formsandes mit trockenem feinen Sand oder Kohlenstaub, und setzt die Lade Nr. 1, nachdem die vorläufige Sandfüllung aus ihr entfernt worden, wieder auf. Er füllt sie nun wiederum mit Formsand und stampft ihn fest. Das Modell ist solchergestalt von beiden Seiten genau eingeformt, worin gerade der Zweck des beschriebenen Verfahrens liegt. Hebt man nunmehr die obere Formhälfte vorsichtig ab, und legt sie nach Beseitigung des Modells wieder auf, so bildet der innere Raum eine genaue Kopie desselben. Bevor man aber die Form zusammensetzt, müssen noch die nöthigen Kanäle zum Eingießen des Eisens und zum Entweichen der Luft angebracht werden. Bei kleineren Sachen reicht eine einzige Oeffnung zum Einguß hin, bei größeren bringt man mehrere an, durch die zu gleicher Zeit das Eisen eingeleitet wird. Die zweckmäßige Anordnung dieser Kanäle ist von wesentlichem Einfluß auf das Gelingen des Gusses.

Außer diesen Hauptkanälen bringt man oft noch mehrere, zum Entweichen der Luft dienende feine Löcher an, indem man vor dem Ausheben des Modells mit einem dünnen Draht die Form in verschiedenen Richtungen durchsticht. Besonders große Vorsicht muß darauf verwandt werden, daß beim Abnehmen der oberen Formhälfte nicht etwa einzelne Theile sich von ihr ablösen, und an dem Modelle hängen bleiben. Um dieses zu vermeiden, sucht man dem Modell, während es noch an seiner Stelle liegt, kleine Erschütterungen dadurch zu geben, daß man noch vor dem Einfüllen von Sand in die obere Ladenhälfte ein oder mehrere Stücke Eisendraht genau vertikal in das Modell einschraubt, und nachher, bevor man die Form abhebt, leise mit einem Hammer an diese Drähte in horizontaler Richtung klopft. Glaubt man hiedurch das Modell hinlänglich gelöst zu haben, so schraubt man die Drähte los, zieht sie sorgfältig aus der Form, und nimmt nun die obere Hälfte ab. Um das

Digitized by Google

Modell aus der unteren Formhöhle herauszunehmen, schraubt man die Drähte wieder ein, und hebt es vorsichtig in genau vertikaler Richtung in die Höhe. Bei größeren Stücken müssen hiebei natürlicher Weise mehrere Arbeiter anfassen, die, während sie mit der einen Hand heben, mit der anderen auf das Modell klopfen, um es desto sicherer von dem Sande zu lösen. Bei aller Vorsicht aber ist es doch fast nie zu vermeiden, daß nicht kleine Fehlstellen in der Form entstehen, die sogleich aus freier Hand ausgebessert werden müssen.

Es ist bei dieser Beschreibung nur schlechtweg von Formsand die Rede gewesen. Bei der wirklichen Ausübung aber werden der Kostenersparung wegen nur die inneren Theile der Form in einer Dicke von etwa einem Zoll um das Modell aus frischem grünen Sande gebildet; zur Füllung des übrigen Raumes bedient man sich des alten, schon gebrauchten Formsandes, womit, wie oben gesagt, die Sohle der Gießerei aufgefüllt ist.

Ist das Modell von zu komplizirter Gestalt, als daß es möglich wäre, die Form aus nur zwei Theilen zu bilden, so werden nach Erforderniß drei, vier oder selbst noch mehr Kasten aufeinander gesetzt, wo dann aber auch das Modell aus mehreren Theilen bestehen muß.

Hat man die Form soweit fertig, so bestäubt man die inneren Oberflächen mit feinem Kohlenstaub, indem man ein kleines, mit Kohlenpulver gefülltes, leinenes Beutelchen darüber hält, und leise daran klopft. Der Kohlenstaub hängt sich dabei an den nassen Sand, und wird durch nachträgliches Streichen mit schmalen flachen Kellen noch mehr befestigt und geglättet. Bei ordinären Sachen nimmt man statt des Kohlenstaubes auch wohl feinen Sand. Nunmehr setzt man die einzelnen Formtheile wieder zusammen, befestigt sie genau in der richtigen Lage auf einander, bringt den ganzen Kasten in die zum Eingießen des Eisens bequemste Lage, und beschwert ihn noch mit Gewichten, worauf denn alles zum Gusse fertig ist.

Förmerei in *fettem Sande* (*Massenförmerei*) unterscheidet sich von der mageren Sandförmerei dadurch, daß man einen mehr thonhaltigen Sand, gewöhnlich ohne Kohle, in Anwendung bringt, und die Form trocknet. Hier wird dem Sande der nöthige Zusammenhalt durch einen Antheil Thon gesichert, während bei der Förmerei in grünem Sand es vornehmlich die Feuchtigkeit ist, die diesen Zweck erfüllt. Das Verfahren bei der Anfertigung der Form ist übrigens genau so, wie das vorhin beschriebene, nur kann es bei größeren Stücken nöthig werden, den obersten, so wie den untersten Formkasten mit einem Boden zu versehen, um der Masse den nöthigen Stützpunkt zu geben, dem hydrostatischen Druck des einfließenden Eisens zu widerstehen. Diese Böden dürfen aber mit dem Rahmen nicht fest verbunden sein, weil sie in diesem Falle das Einformen nicht zulassen würden; es sind vielmehr für sich bestehende Platten, die man in die Rahmen einsetzt und mit Keilen befestigt, sobald das Einformen soweit vorgerückt ist, daß die Böden kein Hinderniß mehr abgeben. Um den Gasarten den nöthigen Abzug zu gestatten, müssen diese Böden mit vielen kleinen Durchbohrungen versehen sein.

Ist nun die Form so weit fertig, so bringt man sie in die Trockenstube, und läßt sie bis zur völligen Austrocknung etwa 12 bis 24 Stunden lang darin. Ein geschickter Former muß den Formsand so zu mischen verstehen, daß er nach dem Trocknen die nöthige Festigkeit besitzt, und dabei doch auch porös ist, um das Hindurchdringen der Luft zu gestatten; denn gerade hinsichtlich der Leichtigkeit, mit der die Gase durch die porösen Formwände einen Ausweg finden, steht die Massenförmerei gegen die Sand- und Lehmförmerei in entschiedenem Vortheil, daher denn auch die Güsse im Allgemeinen weniger blasig ausfallen, und auf der Oberfläche vollkommener ausgebildet sind, als die in grünem Sand erhaltenen. Bei großen Gegenständen kann es unter Umständen zweckmäßig sein, alle

Digitized by Google

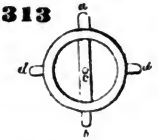
drei Förmereimethoden in Anwendung zu bringen, und gewisse Theile in Lehm, andere in Masse und andere wiederum in grünem Sand zu formen.

Lehmförmerei. Diese Art der Förmerei bietet gegen die vorhergehenden den Vorzug dar, daß es dazu keines Modells bedarf, sondern daß man die Form geradezu nach der Zeichnung ausführen kann. Statt eigentlichen Lehms nimmt man gewöhnlich eine Mischung von Thon, Sand, Wasser und Kuhhaar, oder einer anderen wohlfeilen, faserigen Substanz, die man in einer sogenannten Thonmühle zusammenkneten läßt. Das Mengenverhältniß der genannten Materialien richtet sich nach den besonderen Zwecken. In einzelnen Fällen, wo es sich um besondere Leichtigkeit und Lockerheit handelt, setzt man wohl Pferdemist oder gehacktes Stroh hinzu.

Als Beispiel mag hier die Herstellung der Form zu einer Zuckersiedepfanne näher beschrieben werden. M. s. Fig. 312, 313, 314. Die

312

313



314

erste dieser Figuren zeigt die Gestalt der Pfanne. Man fängt damit an, einen flachen gußeisernen Ring a, b (Fig. 313) auf die Erde zu legen, dessen Mittelpunkt o mit einer vertikal aufstehenden Stange oder Spindel versehen ist, die um ihre Längenachse gedreht werden kann, und eine hölzerne Schablone c. f enthält, die an ihrer abwärts gekehrten Seite bogenförmig ausgeschnitten ist, so daß sie beim Drehen der Spindel mit der unteren Kante ein Kugelsegment nach der Größe des inneren Durchmessers der Pfanne beschreibt. Auf dem Ring wird nun ein Kugelgewölbe h, i, k aus Mauersteinen und Lehm aufgeführt, das überall etwa 5 Zoll von der Schablone absteht. Die Mauersteine werden, je nach der Größe und Schwere des Stückes, entweder flach, oder auch auf der hohen Kante liegend angewandt, so daß die Stärke des Gewölbes hiernach 2 oder 4 Zoll beträgt. Bevor man das Gewölbe oben um die Spindel schließt, bringt man in den unteren leeren Raum eine Quantität Kohlen, die später zum Austrocknen der Form in Brand gesteckt werden. Man vollendet nun das Gewölbe so weit, daß zwischen ihm und der Spindel nur ein kleiner Zwischenraum bleibt, durch welchen die Kohlen entzündet werden, und der nebst einigen kleinen Oeffnungen im unteren Rande des Gewölbes den nöthigen Luftzug bedingt, der jedoch so gering sein muß, daß die Verbrennung der Kohlen höchst langsam von Statten geht.

Die obere konvere Wölbung wird nun mit einer Schichte Lehm bekleidet, und diese mittelst der Schablone, die man zu dem Ende niediger stellt, und nun im Kreise herumführt, geebnet. Auf diese erste Lage Lehm bringt man nun eine zweite dünnere, von weicherem feinerem Lehm, und streicht auch diese mit der inzwischen höher gestellten Schablone ab. Diese so gebildete konvere Wölbung stellt die Form für die Höhlung der Pfanne dar. Man nennt sie, so wie überhaupt denjenigen Theil einer Form, der zur Erzeugung einer Höhlung bei einem Gußstücke bestimmt ist, den Kern.

Die Kohlen werden nunmehr angezündet, und wenn der Lehm trocken ist, die Oberfläche mittelst einer Bürste mit einem dünnen Brei von Wasser, Kohlenstaub und ein wenig Thon bestrichen, um das Anhaften des demnächstüber diesen Kern zu bildenden Lehmmodells zu verhindern. Man nimmt nun die erste Schablone g, e, f ab, und ersetzt sie durch

Digitized by Google

ein zweite g′ e′ f′ (Fig. 315), deren Rand nach dem äußeren Profil der Pfanne gekrümmt ist, bringt auf den fertigen Kern eine Lehmschicht von der Dicke der Eisenstärke der zu gießenden Pfanne, und dreht sie mit der neuen Schablone ab. Diese muß mit ihrem unteren Ende bis

auf den Ansatz m herabreichen, so daß sie die neue Lehmschichte bis auf diesen Ansatz gleichmäßig kugelsegmentförmig abstreicht. Diese Schicht bildet also ein genaues Modell der Pfanne, und wird, sobald sie getrocknet ist, eben so wie die untere mit Kohlenbrei bestrichen, worauf man die Spindel hinwegnimmt. Es handelt sich nunmehr darum, die obere Formhälfte, den Mantel, zu bilden, und zwar so, daß er sich bequem von der unteren Hälfte abheben läßt. Zu diesem Ende legt man einen zweiten eisernen flachen Ring p, q, der ein wenig größer ist, als der vorhergehende, und kein solches Querstück, wie dieser, enthält, auf die vorspringenden Lappen a, d, b, d (die Lage beider Ringe auf einander ersieht man aus Fig. 317), und belegt das Lehmmodell mit einer neuen, etwa 2 Zoll dicken Lehmschicht, die man überall gut andrückt, und äußerlich aus freier Hand ebnet. Endlich bildet man über dieser Lehmbekleidung eine Wölbung von Mauersteinen, die sich überall fest auf den Ring p, q stützt (Fig. 316). Das Feuer brennt inzwischen fort, indem es durch ein kleines Loch in der Mitte des Mantels den nöthigen Zug erhält, und trocknet so auch diesen nach einiger Zeit völlig aus.

Wenn soweit Alles fertig ist, so bezeichnet man die beiden Ringe auf irgend eine Art, um sie später genau wieder in dieselbe Lage bringen zu können, worauf man den oberen mit dem darauf befindlichen Mantel vorsichtig und genau vertikal abhebt, was bei größeren Formen am besten mittelst eines Krahnes geschieht. Die innere Fläche des Mantels entspricht nun genau der oberen Fläche des Lehmmodelles, mithin auch der zu gießenden Pfanne. Jetzt bricht man das Lehmmodell stückweise los, eine Arbeit, die ganz leicht von Statten geht, da diese Lehmschicht mit dem Kern, des zwischenliegenden Kohlenanstriches wegen, in keinem Zusammenhange steht. Man verstreicht nun die Oeffnung in dem Kern, durch die vorhin die Stange hindurchging, mit Lehm, läßt dagegen die in dem Mantel offen, weil diese zum Eingießen des Eisens bestimmt ist, und bringt in ihrer Nähe noch zwei oder drei Oeffnungen zum Entweichen der Luft (Windpfeifen) an. Läßt man nun den Mantel über den Kern wieder herab, so daß die beiden Ringe genau ihre vorherige Lage wieder einnehmen, so bleibt der Raum zwischen Kern und Mantel, der vorhin durch das Lehmmodell ausgefüllt wurde, frei, und die Form ist vollendet, die nur noch mit festgestampftem Sand umgeben werden muß, um zum Guß bereit zu sein.

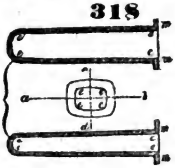
Ist die Gestalt des zu gießenden Stückes komplizirter, als die so eben beispielsweise betrachtete, so erleidet natürlicher Weise auch das Verfahren bei der Förmerei einige Abänderungen. In der That kommen nicht selten Aufgaben vor, die auf den ersten Blick als unlösbar erscheinen könnten, die aber ein geschickter Förmer dennoch zu erledigen weiß. Wenn z. B. die Gestalt des Stückes nicht gestattet, die Form in zwei Theilen auseinander zu nehmen, so läßt man sie aus mehreren Theilen bestehen, die dann um so genauer ausgeführt sein müssen, um nach dem Auseinandernehmen und Wiederzusammensetzen genau in der

Digitized by Google

richtigen Lage wieder zusammen zu passen. Mitunter müssen drei oder selbst noch mehre Ringe zum Abheben verschiedener sich umgebender Formtheile in Anwendung gebracht werden. Bei ovalen oder eckigen Stücken kann von einer um eine Spindel drehbaren Schablone kein Gebrauch gemacht werden; man hilft sich dann damit, die Schablone an einem hölzernen oder gußeisernen Lineale, oder in dem Rande einer Platte von der verlangten Krümmung herumzuführen. Um dem Mantel noch mehr Festigkeit zu geben, bringt man wohl Eisendrähte oder Klammern darin an.

Statt, wie in dem vorhin beschriebenen Falle, den Kern zu unterst festliegend anzubringen, und den Mantel darüber zu formen, wird nicht selten der Mantel zuerst angefertigt, und nächstdem der Kern, der in diesem Falle allein für sich geformt ist, von oben hineingebracht. Um auch diese Methode anschaulich zu machen, folgt hier die Beschreibung der Herstellung der Form zu einer Retorte für die Steinkohlengasbereitung. Der Kern muß hier im Querschnitt eine abgerundet viereckige Gestalt, wie e, e, e, e, Fig. 318 erhalten, dabei sehr solide konstruirt werden, weil er nur an seinem einen Ende bei m m, wo er aus der Retorte hervorragt, befestigt werden kann. Man formt ihn in Lehm über einem gußeisernen Kern, der eigends zu diesem Zweck gegossen ist, und die Gestalt eines hohlen, gegen das eine Ende ein wenig verjüngt zulaufenden plattgedrückten Zylinders oder Kegels hat, und hier geschlossen ist, während das weitere mit einem flachen Rande versehene Ende offen bleibt; er ist mit einer Menge kleiner Löcher versehen, von etwa ½ Zoll Eisenstärke. Mitten durch diesen hohlen Kern läuft der Länge nach eine eiserne Achse oder Spindel, die durch verschiedene Querstücke mit dem Kern in feste Verbindung gebracht ist. In der Fig. 319 sieht man die mit zwei Kurbeln

318



319

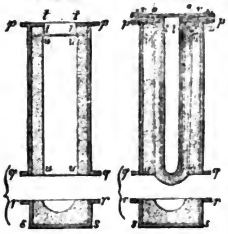
versehene Spindel g, h in dem eisernen Kern i, k, k, i. o, i, i, o ist der breite Rand, der mit dem Querschnitt des Kerns gleich gestaltet ist, und dessen Zweck sich aus dem Folgenden näher ergeben wird. Die Spindel g, h wird mit ihren Enden auf ein Paar Lager aufgelegt, um so behufs der Anfertigung des Lehmkerns sich mittelst der Kurbeln leicht und sicher drehen zu lassen. Der ganze eiserne Kern wird jetzt mit einem aus Heu zusammengedrehten Seile, von der Dicke eines Fingers, ein, oder nach Erforderniß selbst mehrere Male bewunden, und nun mit Lehm in einer dünnen Lage überzogen. Um diese genau nach der beabsichtigten inneren Gestalt der Retorte auszubilden und zu ebnen, bedient man sich einer langen Schablone, die man mit dem einen Ende an den Rand m, m, mit dem anderen dagegen an den Rand einer gleichgeformten Platte andrückt, welche zu diesem Behuf bei h auf der Spindel befestigt ist. Wird nun die Spindel nebst dem ganzen Kern gedreht, und zugleich die Schablone gegen die beiden Ränder gedrückt, so erzeugt sie eine der Gestaltung dieser Ränder genau entsprechende Oberfläche des Kerns.

Die Heuumwindungen haben einen doppelten Zweck; einmal nämlich den Lehm, der sonst nicht auf dem gußeisernen Kern haften würde, zu befestigen, und außerdem den Gasen, die durch die dünne, poröse Lehmschicht hindurch dringen, freien Zugang zu den Löchern des eisernen Kernes zu verschaffen.

Digitized by Google

Ist der Kern soweit fertig, so trägt man ihn in die Trockenstube, nimmt, wenn er ausgetrocknet ist, die Spindel heraus, und verstreicht die hiedurch entstehende Oeffnung bei h mit Lehm. Der Kern ist nun zum Einbringen in den gehörig vorgerichteten Mantel fertig.

Dieser wird gewöhnlich nicht in Lehm, sondern in fettem Sand oder Masse geformt, und aus drei Theilen gebildet, deren zwei ganz gleich gestaltet sind, und, als Hälften einer Form zusammengestellt, die Seitenwand des Mantels bilden. Das dritte Stück bildet die untere Bodenwölbung des Mantels. p q, p q, Fig. 320, sind die Mantelhälften, r, s das Bodenstück. Diese drei Theile schließen mithin beim Zusammenstellen einen Raum ein, der genau der Außenseite der Retorte entspricht. Jeder dieser drei Theile besteht aus einer äußeren gußeisernen Hülle, die mit fettem Sande ausgekleidet wird. Die Höhlung u, u dieser Hälften wird über einem Modelle hervorgebracht und entspricht, wie gesagt, der äußeren Oberfläche der Retorte. Nur zu oberst bildet man eine Verengerung t, t, in welche das obere Ende des Kernes genau einpassen muß, so daß beim nachherigen Herablassen des Kernes, der überall gleiche Abstand von dem Mantel, mithin die Gleichheit der Eisenstärke an allen Seiten gesichert ist. Um den Kern um so sicherer und bequemer einbringen zu können, und den Mantel nicht zu beschädigen, läuft er, wie oben erwähnt, nach dem unteren Ende etwas verjüngt zu. Sind die drei Stücke des Mantels fertig, so verbindet man zuvörderst die beiden Hälften mit einander, befestigt den so gebildeten Mantel schwebend, nämlich so, daß das untere Ende ganz frei ist, und läßt den Kern vorsichtig in ihn herab. (m. s. Fig. 321.) Ist dies geschehen, und liegt die Platte o o des Kernes auf dem Rande p p des Mantels auf, so untersucht man von unten, ob der Kern überall in gleicher Entfernung von der Innenseite des Mantels absteht, und ob er nicht vielleicht zu weit unterhalb der Linie q q herabreicht, in welchem Falle dann die untere Eisenstärke zu schwach ausfallen würde. Sollte sich in diesen Beziehungen eine Ungenauigkeit finden, so hilft man dadurch nach, daß man durch Einlegen dünner Eisenstückchen zwischen die Ränder o o und p p den Kern in die richtige Lage bringt, worauf er dann mittelst eines quer über den Rand gelegten Eisens und Schraubenbolzen v v unverrückbar mit dem Mantel verbunden wird. Jetzt läßt man das Ganze auf das Bodenstück r s herab, und befestigt auch dieses mit Schraubenbolzen. Das Eisen kann nun durch die Oeffnung z am oberen Ende der Form eingelassen werden.



Wenn ein Gußstück mit einer Höhlung herzustellen ist, die sich an beiden Seiten öffnet, wie z. B. eine an beiden Seiten offene Röhre, so ist die Anfertigung der Form weit leichter, weil man alsdann den Kern an beiden Enden befestigen, und ihn so recht leicht in die richtige Lage bringen kann.

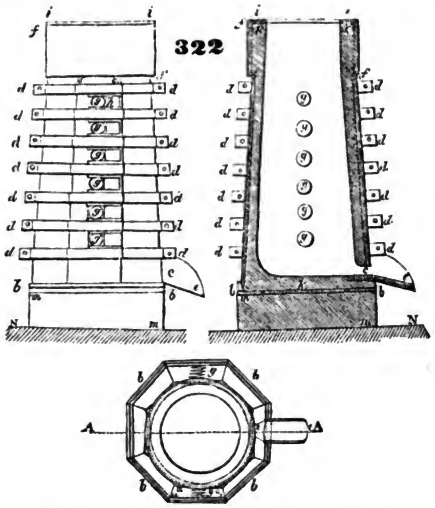
Es ist beim Gießen eines hohlen Gegenstandes keineswegs gleichgültig, in welcher Lage er sich während des Gusses befindet. Alle fremdartigen Theile nämlich, die das einfließende Eisen mit sich führen kann, als Sand, Kohle, Schlacken, Luftblasen, sind leichter, schwimmen mithin auf dem Eisen, und steigen in dem Masse, wie sich die Form füllt, mit in die Höhe. Daher denn die oberen Theile des Gußstücks weit eher einer Verunreinigung durch die genannten Substanzen unterliegen, als die unteren. Dazu kommt, daß auch der hydrostatische Druck in den unteren Schichten größer ist, mithin eine größere Dichtigkeit des Eisens bedingt, als in den oberen. Man pflegt aus diesem Grunde die Eingußröhre wohl bis zu einer gewissen Höhe zu verlängern, um auch auf

Digitized by Google

das Eisen in den oberen Theilen des Gußstücks einen Druck hervorzubringen. Sehr lange, dünne Stücke werden gewöhnlich schräg liegend gegossen.

Da sich das Eisen beim Erstarren und Abkühlen um einen gewissen Theil seines Volumens zusammenzieht, so muß hierauf bei der Anfertigung der Formen oder Modelle die nöthige Rücksicht genommen werden. Der Modelleur oder Former muß daher die Stärke dieses Schwindens genau kennen, um die erforderliche Größe der Form beurtheilen zu können. Im Allgemeinen rechnet man $^1/_{96}$ lineare Zusammenziehung, also $^1/_8$ Zoll auf den Fuß.

Das Umschmelzen des Eisens. Hiezu bedient man sich sehr gewöhnlich der Kupolöfen, d. h. niedriger Schachtöfen, in welchen das Roheisen mit Kokes eingeschmolzen wird. Die Fig. 322 stellt einen Kupol-



ofen der größesten Art, worin 5 Tonnen Eisen geschmolzen werden können, im Aufriß, vertikalen Durchschnitt und Grundriß dar. mm das gemauerte Fundament, bb eine achteckige gußeiserne Platte, die mit aufwärts stehenden Rändern versehen ist, in welche die Seitenplatten aa eingesetzt werden. Diese letzteren haben eine Stärke von 1 Zoll, und laufen nach oben ein wenig schmäler zu, um den Ofen in Form einer abgestumpften achtseitigen Pyramide zu bekleiden. Die eine hat in der Nähe des unteren Endes eine Oeffnung c, durch die das Eisen abgestochen wird, und zwei andere sind mit 6 Oeffnungen ggg versehen, die zum beliebig höheren oder niedrigeren Einbringen der Blasformen dienen. Unter dem Stich c ist eine Art Ausguß oder Rinne c angebracht, die zum bequemen Auffangen des Eisens dient, und mit Lehm ausgestrichen wird. ddd schmiedeiserne Bänder von 4¼ Zoll Breite, und unten von ½, oben von ¼ Zoll Stärke.

ff ein zylindrischer Aufsatz von Gußeisen zur Vermehrung des Zuges, und zum besseren Zusammenhalten der aufsteigenden Flamme. Die Formöffnungen gg sind an zwei einander gegenüberstehenden Seiten des

Digitized by Google

Ofens, und können durch gußeiserne Schieber h verschlossen werden, die in Nuthen horizontal beweglich sind. k innere Auskleidung des Schachtes, die folgendermaßen aus etwas Thon haltendem Sand angefertigt wird:

Man bringt zuvörderst eine, wenige Zoll dicke Sandschicht auf den Boden des Ofens, die nach dem Stiche ein wenig schräg geneigt ist, und senkt einen hölzernen Zylinder von der Höhe des Ofens und einer Dicke, die der oberen Gicht wenig nachgibt, bis auf den Boden herab. Man füllt nun den Zwischenraum zwischen diesem Zylinder und den eisernen Seitenplatten mit Sand, den man sehr fest einstampft. Ist man hiemit fertig, so zieht man den Holzzylinder heraus, und schneidet oder schabt so viel von der Sandbekleidung hinweg, bis der Schacht die nöthige Weite besitzt. Eine solche Sandausfüllung pflegt 5 bis 6 Wochen auszuhalten, wenn wöchentlich 6 Mal geschmolzen wird.

ü eine kreisförmige gußeiserne Platte mit einer großen Oeffnung von dem Durchmesser der Ofengicht, deren Zweck darin besteht, den oberen Rand der Sandfütterung vor dem Abbröckeln beim Aufgeben von Eisen und Kokes zu bewahren. NN Sohle des Gießhauses, die, wie bereits oben erwähnt, mit Formsand ausgefüllt ist, und, falls das flüssige Eisen zum Transport in große Kellen abgelassen werden muß, soweit ausgegraben wird, daß diese unter der Rinne e Platz finden.

Ein solcher Kupolofen hat einen inneren Durchmesser von 3 Fuß bei einer Höhe von 13½ Fuß. Man fängt beim Gebrauch damit an, zuerst ein Häufchen Hobelspäne auf den Boden zu legen, und nun den ganzen Schacht bis zur Gicht mit Kokes zu füllen, worauf man die Späne durch die Stichöffnung c, die vorläufig noch offen bleibt, anzündet. Wenn nach Verlauf einer halben Stunde die unteren Kokes zum Glühen gekommen sind, wird das Gebläse angelassen. Die Flamme schlägt nun sowohl zur Gicht, als auch zur Stichöffnung heraus, was absichtlich gestattet wird, damit der Sand um diese Oeffnung sich gehörig festbrennen möge. Ohne diese Vorsicht würde er nicht den nöthigen Zusammenhang erlangen, um dem starken hydrostatischen Drucke des in dem Schacht sich bis zu einer beträchtlichen Höhe ansammelnden Eisens zu widerstehen. Eine Viertelstunde später wird das Stichloch mit einem Klumpen feuchten Thons zugemacht, und der Sicherheit wegen wohl mit einer vorgesetzten und gehörig befestigten kleinen Eisenplatte verwahrt. Die Oeffnungen gg sind zu Anfang bis auf die untersten, in die man die Düsen einlegt, verschlossen. Zur Beschleunigung der Schmelzarbeit hat man wohl versucht, an sechs Seiten zu gleicher Zeit den Wind eintreten zu lassen, doch scheint diese Anordnung vor der gewöhnlichen, bei welcher der Wind an zwei gegenüberliegenden Seiten eingeblasen wird, keinen Vorzug darzubieten. Bald nachdem das Gebläse zu wirken angefangen hat, bemerkt man, daß die Kokes sich senken, worauf nun nach und nach abwechselnde Lagen von Kokes und Eisen aufgegeben werden. Nach etwa 20 Minuten fängt das Eisen zu schmelzen an, worauf etwa alle 10 Minuten 2 bis 5 Ztr. Roheisen je nach der Größe des Ofens nebst den erforderlichen Kokes aufgegeben werden. Das Eisen bedarf keiner starken Zerkleinerung, und kann in Stücken von etwa 14 bis 16 Pfund in den Ofen kommen. Hat sich nun der untere Raum des Ofens mit geschmolzenem Eisen bis nahe zu den unteren Blaseformen gefüllt, so nimmt man die Düsen heraus, verschließt die unteren Formen mit Thon, und den bereits erwähnten Schiebern, öffnet dagegen die nächst höheren, legt die Düsen ein, und läßt das Gebläse wieder angehen. In dieser Art schreitet man von Form zu Form fort, bis entweder der Ofen mit flüssigem Eisen gefüllt, oder bis die zu den beabsichtigten Güssen erforderliche Quantität Eisen eingeschmolzen ist. Die Düsen sind entweder ganz zylindrisch, oder wenig konisch verengt zulaufend, die Mündung hat 3 bis 5 Zoll im Durchmesser. Zwei solcher Kupolöfen nebst einem dritten kleineren reichen hin, um in $2^3/_4$ Stunden 6½ Tonnen, also $2^1/_3$ T. pr. Stunde zu schmelzen, eine Wirkung,

Digitized by Google

die erst in neuerer Zeit seit Einführung der Zentrifugalgebläse beim Betrieb der Kupolöfen erzielt worden ist, und drei bis vier Mal größer sein soll, als sie früher in ganz gleichen Oefen, aber mit Zylindergebläse und engen Düsen erreichbar war.

Der Kokesgebrauch einer bedeutenden Gießerei von der oben beschriebenen Einrichtung, beläuft sich jährlich auf etwa 300 Tonnen, wobei 1240 T. Eisen, bestehend in 940 T. Roheisen in Mulden, und 300 T. altem Gußeisen, umgeschmolzen werden. Dieß macht 24 Theile Kokes auf 100 Eisen. Beim Gießen großer Stücke, wo die Schmelzung möglichst rasch betrieben, und der Ofen bis zu beträchtlicher Höhe mit Eisen gefüllt wird, ist der Kokesverbrauch etwas geringer als bei kleineren Sachen, wo häufig abgestochen, und daher die Schmelzung oft unterbrochen wird. Läßt man nämlich das Eisen längere Zeit im Ofen, um ein größeres Quantum anzusammeln, so ist es nicht zu vermeiden, daß die unteren Schichten in etwas abkühlen, wodurch das Eisen an Dünnflüssigkeit verliert, und keine so scharfen Güsse liefert, wie sie, zumal bei kleineren Gegenständen, billigerweise verlangt werden können.

Mitunter kann der Fall vorkommen, daß an demselben Tage und aus demselben Ofen verschiedene Gußstücke zu gießen sind, die verschieden gemischtes Eisen erfordern. Man hilft sich dann dadurch, daß man die frühere Beschickung von der folgenden abweichenden durch eine starke Lage Kokes separirt, und bevor das letztere Eisen zum Schmelzen kommt, das frühere vollständig absticht. Zwar wird hiebei ein Antheil Kokes unnütz verbrannt, doch kompensirt sich dieser Mehrverbrauch durch die verbesserte Qualität der Waare.

In der Regel wird die Arbeit von Morgens 3 Uhr bis Abends 6 oder 8 Uhr fortgesetzt. Ein Schmelzer mit 4 Gehülfen reicht zur Bedienung zweier Kupolöfen hin. Zur ersten Füllung des Ofens sind 9 Körbe, à 40 Pfund, also 360 Pfund Kokes erforderlich; ist der Ofen in Hitze, so verbraucht er auf die Tonne Roheisen 200 Pfund Kokes.

Die Hauptgeschicklichkeit eines guten Schmelzers besteht darin, durch zweckmäßige Mischung der verschiedenen, zur Disposition stehenden Roheisensorten, möglichst genau die verlangte Sorte hervorzubringen. So z. B. kann vielleicht die Absicht vorliegen, ein Stück zu gießen, das zum Tragen schwerer Gewichte oder zum Abhalten heftiger Stöße bestimmt ist, welches mithin ein recht zähes, festes Eisen erheischt; ein Anderes, zu einer nachträglichen Bearbeitung mit Meißel und Feile bestimmt, muß möglichst weich sein, ein Anderes wiederum soll plötzlichen Temperaturänderungen widerstehen; ein Viertes endlich bedarf eines sehr harten Eisens u. s. w. Daß es keine leichte Aufgabe ist, diesen verschiedenen Anforderungen Genüge zu leisten, zumal, da das Eisen schon durch das Umschmelzen selbst eine Aenderung seiner Eigenschaften erleidet, ist leicht zu ermessen.

Das Gießen selbst wird auf zweierlei Art bewerkstelligt. Bei großen Stücken werden die Formen entweder in einer der oben erwähnten Dammgruben, oder an einer anderen Stelle in der Nähe des Ofens so tief in die Hüttensohle eingegraben, daß der Einguß sich niedriger befindet, als das Stichloch. Man bildet nun aus Sand eine Rinne, die sich vom Stichloch mit gleichförmigem Fall bis zum Einguß der Form forterstreckt, sticht ab und läßt das Eisen in die Form laufen. Gewöhnlicher, besonders bei kleineren, aber auch häufig bei größeren Sachen, fängt man das Eisen in gußeisernen Kellen oder größeren Pfannen auf, die mit Lehm ausgestrichen sind, und entweder von zwei oder mehreren Arbeitern aus freier Hand, oder auch mittelst eines Krahnes nach der Form transportirt werden. Wenn während der Gußarbeit der Ausfluß des Eisens aus dem Stichloche auf kurze Zeiten gehemmt werden muß, so bedient man sich dazu einer eisernen Stange, mit einer kleinen runden Platte an ihrem vorderen Ende, auf welche man ein Klümpchen Lehm bringt, und hiemit das Loch verstopft.

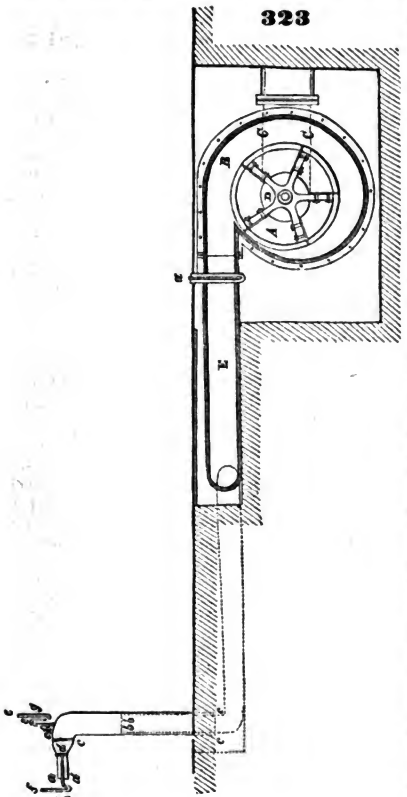
Digitized by Google

Ist nun das Eisen in der Form etwas abgekühlt, so nimmt man sie auseinander, hebt das Gußstück heraus, und schlägt vorläufig mit einem Hammer die Gießzapfen und die starken Gußnähte ab. Nach dem völligen Erkalten wird das Stück noch sorgfältiger mittelst des Meißels oder der Feile bearbeitet, und von allen Gußnähten und fehlerhaften Vorsprüngen gesäubert.

Als Abbrand beim Umschmelzen kann man etwa 6½ Prozent rechnen. Um alle in Bereitschaft stehenden Formen sicher ausfüllen zu können, und nicht Gefahr zu laufen, eine Form dadurch zu verlieren, daß sie wegen Mangel an Eisen nicht völlig ausgegossen wird, schmilzt man gewöhnlich mehr Eisen ein, als gerade nothwendig, und verwendet den Ueberschuß zum Gießen von ganz ordinären Sachen, als Rosten, Gewichtstücken u. dgl. Auf 100 Ztr. brauchbarer Gußstücke rechnet man durchschnittlich 32 Ztr. verunglückte Güsse und 6¼ Ztr. Abbrand.

Als zweckmäßigstes Gebläse zum Betrieb der Kupolöfen hat sich, wie bereits oben erwähnt, das Zentrifugalgebläse ausgewiesen. Ein solches, nach der Konstruktion von Braithwaite und Ericsson in Fig. 323 abgebildet ist. Es besteht in einem flachen, ungefähr zylindrischen Behälter A, B mit horizontaler Achse, in welchem sich eine horizontale, mit 5 Flügeln versehene Welle mit großer Geschwindigkeit drehet. In der Mitte der einen Seitenwand ist eine Oeffnung D, durch welche die, durch die weite Röhre C, C zuströmende Luft in den Apparat eintritt, zwischen die Flügel gelangt, und durch diese, in Folge der Zentrifugalkraft mit Gewalt nach der Peripherie hingetrieben wird, wo sie durch das Rohr C entweicht, und von diesem in drei besonderen Röhren den drei Kupolöfen zugeführt wird. a ist ein Schiebventil, um nach Erforderniß den Luftstrom augenblicklich zu unterbrechen. Das Hauptrohr E ist in der Nähe dieses Ventils viereckig, verläuft sich aber allmählig in eine zylindrische Röhre, die sich, wie gesagt, in drei Arme theilt. Jeder derselben läuft horizontal nach seinem Ofen hin, krümmt sich in dessen Nähe aufwärts, und endigt sich bei b, b in eine zylin-

323



Digitized by Google

drische Oeffnung von 7 ½ Zoll Durchmesser. Ueber diese Röhren schieben sich die etwas weiteren, zu oberst kniefórmig gebogenen Zinkröhren c, c, c, c, die mittelst kurzer lederner Hälse c, c, d mit den schmiedeeisernen Düsen d, d, d in Verbindung sind. Durch die Verschiebbarkeit der Röhren c, c, c, c hat man es in seiner Gewalt, die Düse beliebig höher und niedriger zu stellen, je nachdem man den Wind in die unteren oder oberen Formöffnungen des Ofens einleiten will. Die Flügel machen in der Minute 625 bis 650, oder in der Sekunde etwas über 10 Umgänge, und eine Kraft von 4 Pferden reicht zum Treiben eines Zentrifugalgebläses für 3 Kupolöfen hin, die früher, bei Anwendung eines Zylindergebläses, eine Dampfmaschine von 10 Pferdekräften erfordert haben sollen.

Die Schmelzer wollen die Beobachtung gemacht haben, daß die durch ein Zentrifugalgebläse ausgetriebene Luftmenge, je nachdem sie in einen Ofen eingeleitet, oder frei in die Atmosphäre ausgeblasen wird, variirt, insofern sich die Flügelwelle in dem ersteren Falle bei gleichbleibender Triebkraft schneller dreht, als in dem letzteren. Sie erklären diese Thatsache durch diese Annahme, daß die Luft durch den Zug des Ofens, so zu sagen, eingesaugt, und hiedurch das Spiel des Gebläses erleichtert wird.

Es hat sich aber durch eigends zu dem Ende angestellte Versuche, wie dieß vorherzusehen war, gezeigt, daß diese Vermuthung auf einem Irrthum beruht. Es wurden nämlich zwei gebogene Glasröhren e, e und f, f von ¼ Zoll innerem Durchmesser in die Düse eingesetzt, die erstere bei k, die zweite genau in der Mitte der Düsenöffnung, die im übrigen geöffnet blieb. In die abwärts gekrümmten Biegungen h und g dieser Röhren wurde Wasser gegeben, welches, durch den inneren Druck der Luft in dem aufsteigenden Schenkel über das Niveau in dem anderen Schenkel gehoben, als ein genaues Maß des Druckes, und somit zur Berechnung der Quantität ausströmender Luft diente, da aus anderweiten Erfahrungen die Ausströmungsgeschwindigkeit der Luft aus Röhren bei gegebenem Drucke bekannt ist. Es hat sich so ergeben, daß, wenn der Wind frei in die Atmosphäre geblasen wurde, die Geschwindigkeit, mithin auch die Quantität der ausgeblasenen Luft, bei gleichbleibender Düsenöffnung mit der Drehungsgeschwindigkeit der Flügelwelle in geradem Verhältniß zunimmt; daß ferner bei gleicher Drehungsgeschwindigkeit der Flügel die Menge (nicht die Geschwindigkeit) der ausgeworfenen Luft mit der Durchschnittsfläche der Düse ebenfalls in geradem Verhältniß zunimmt.

Bringt man, nachdem der Wind eine Zeit lang in die Atmosphäre ausgetrieben ist, und die Flügelwelle eine konstante Drehungsgeschwindigkeit angenommen hat, die Düse in den Ofen ein, so vermehrt sich augenblicklich die Geschwindigkeit der Flügel sehr bemerklich; daher man denn allerdings zu der Vermuthung verleitet werden könnte, als fände in dem zweiten Fall auch eine Vermehrung des Luftquantums Statt. Es läßt sich aber leicht zeigen, daß dem nicht so sein kann, denn die Luft, die im kalten Zustande aus der Düse in den Ofen eintritt, wird hier augenblicklich durch die hohe Temperatur in starkem Grade ausgedehnt, und muß, da sie durch die hohe Säule von Kokes nur schwierig einen Ausweg findet, nothwendig der nachströmenden Luft einen Widerstand entgegensetzen, und dadurch den Ausfluß der Luft aus der Düse erschweren. Da der verzehrte Sauerstoff der Luft in kohlensaures Gas übergeht, hiebei aber sein Volumen unverändert beibehält, so kann der Verbrennungsprozeß als solcher in der Sache nichts abändern. Diese Betrachtungen rechtfertigen daher schon im Voraus die Vermuthung, daß die Quantität in den Ofen geblasener Luft geringer ist, als wenn das Gebläse unter übrigens gleichen Verhältnissen gegen die Atmosphäre wirkt.

Digitized by Google

Man kann eine ganz ähnliche Beschleunigung der Umdrehungsgeschwindigkeit der Flügelwelle dadurch hervorrufen, daß man die Düsenöffnung verengert; so daß mithin der durch den Ofen bedingte Widerstand auf ähnliche Weise, wie eine Verkleinerung der Ausströmungsöffnung wirkt. Bei gleicher Triebkraft und Drehungsgeschwindigkeit der Flügel wird der Widerstand des Ofens ebensowohl, wie die Verkleinerung der Düsenöffnung eine Verminderung der Windmenge zur Folge haben.

Zwei Düsen, deren eine 5, die andere 4½ Zoll im Durchmesser hielt, die also eine Durchschnittsfläche von nahe 35½ Quadratzoll darboten, wurden, nachdem sie, bei 654 Drehungen der Flügel pr. Minute, den Wind in den Ofen getrieben hatten, plötzlich umgedreht, so daß sie gegen die Atmosphäre wirkten, und die 4½ zöllige Düse mit einer 3½ zölligen ausgewechselt, so daß der Querschnitt beider Düsen nur noch 29,2 Quadratzoll betrug. Die Geschwindigkeit der Flügel blieb jetzt dieselbe, wie vorhin. Man nahm nunmehr die enge Düse wieder ab, setzte die 4½ zöll. wieder an, und brachte beide Düsen wieder in den Ofen ein. Auch jetzt zeigte sich keine merkliche Aenderung in der Drehungsgeschwindigkeit. Die Messungen dieser Geschwindigkeit ließen sich mit solcher Genauigkeit ausführen, daß die Grenze der möglichen Fehler zwischen 3 Umdrehungen mehr oder weniger schwankte, was bei einer Anzahl von 654 kaum in Betracht kommt *).

Eisenvitriol. (Grüner Vitriol; Green vitriol, Copperas, Couperose verte) Ist krystallisirtes schwefelsaures Eisenoxydul und besteht in 100 Theilen

aus Eisenoxydul	27, 20
Schwefelsäure. . . .	31, 02
Wasser	41, 78
	100, 00

Er kann zwar durch Auflösen von Eisen in verdünnter Schwefelsäure bis zur Sättigung derselben, Abdampfen bis zum Salzhäutchen und Krystallisiren dargestellt werden, doch gibt es ungleich wohlfeilere Methoden, nach denen daher auch der im Handel vorkommende Eisenvitriol gewonnen wird. Man nimmt dazu am besten den in den Steinkohlenflötzen vorkommenden Strahlkies (Wasserkies oder Vitriolkies), bildet daraus große Haufen auf den sogenannten Laugebühnen, d. h. flachen, ein wenig gegen den Horizont geneigten, mit einer fest-

*) Der Grund der allerdings paradoren Erscheinung, daß der Gang eines Gebläses durch Verengerung der Ausströmungsöffnung erleichtert und nicht, wie man erwarten könnte, erschwert wird, liegt offenbar in dem eigenthümlichen Prinzip des Zentrifugalgebläses. Der zu überwindende Widerstand nämlich beruht, abgesehen von der Reibung, nur auf dem Beharrungsvermögen der Luft, die, durch die Seitenöffnung zwischen die Flügel einströmend, durch diese fortgetrieben wird, um einer neuen Portion Platz zu machen, die wiederum in Bewegung gesetzt werden muß u. s. f. Gesetzt nun, die Ausströmungsöffnung würde gänzlich geschlossen, mithin auch das Einströmen von frischer Luft gehemmt, so würde die zwischen den Flügeln befindliche Luft die Drehung derselben mitmachen, ohne eines beständigen neuen Impulses zu bedürfen, und die Maschine würde, abgesehen von der Reibung, durchaus keinen Widerstand von Seiten der Luft erleiden. Oeffnete man nun aber die Düse, und gestattete der Luft einen Ausweg, so würde sofort das Einströmen frischer Luft beginnen, die sich durch ihre Trägheit der Fortbewegung der Flügel entgegenstemmen, und somit als widerstehendes Medium auftreten würde. Daß aber durch eine Verengerung der Düse, der Widerstand in ähnlicher Art, wenn auch nicht in dem Maße, wie durch völligen Verschluß, vermindert werden müsse, ist einleuchtend. D. Beard.

Digitized by Google

gestampften Thon- oder Steinlage bedeckten Plätzen, und überläßt ihn hier der Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffes, wodurch eine allmählige Oxydation seiner Bestandtheile, Schwefel und Eisen, zu schwefelsaurem Eisenoxydul erfolgt. Ist dieser Prozeß hinreichend weit vorgeschritten, was man theils an einer starken, gelblich weißen Efflorescenz, theils an dem Zerfallen der Kiesstücke erkennt, so laugt man mit Wasser aus, bringt die Lauge auf einige Zeit mit metallischem Eisen (altem Blech, Nägeln u. dgl.) in Berührung, um das jederzeit mit vorhandene schwefelsaure Eisenoxyd zum Oxydulsalz zu reduciren, dampft ein und läßt krystallisiren. In Ermanglung von Wasserkies kann auch Schwefelkies zur Vitriolbereitung dienen, der jedoch einer Vorbereitung durch Rösten bedarf, wodurch die Hälfte seines Schwefels ausgetrieben wird, die andere Hälfte aber mit dem Eisen als Einfach-Schwefeleisen zurückbleibt, welches sich zum Theil schon während der Röstung, zum Theil beim nachherigen Liegen an der Luft zu Eisenvitriol oxydirt. Ganz auf dieselbe Art wird auch aus dem Alaunschiefer, der eine beträchtliche Menge Schwefelkies enthält, neben Alaun auch Eisenvitriol gewonnen, die sich durch Krystallisation leicht von einander trennen lassen.

Früher pflegte man die Vitriollauge geradezu in bleiernen Pfannen abzudampfen; gegenwärtig aber bewirkt man in England eine vorläufige Konzentration dadurch, daß man die Lauge in lange, aus Stein und Wassermörtel konstruirte, mit Mauersteinen überwölbte Kanäle gibt, die auf einer Unterlage von festgestampftem Thon angefertigt werden, zugleich altes Eisen aus dem schon berührten Grunde einlegt, und nun heiße Luft aus einem, an der einen Seite des Kanals befindlichen Flammofen hindurchstreichen, und durch einen, an der entgegengesetzten Seite aufgeführten Schornstein entweichen läßt. Die Luft sättigt sich hiebei durch Berührung mit der Oberfläche der warmen Lauge mit Wasserdämpfen, und bewirkt so eine langsame Abdampfung. Ist diese bis zu einem gewissen Grade vorgeschritten, so läßt man die Lauge in die bleiernen Abdampfpfannen ab, dampft sie bis fast zum Salzhäutchen ein, und läßt sie in steinernen Behältern krystallisiren.

Der Eisenvitriol erscheint in meergrünen, durchsichtigen, rhombischen Prismen; er ist geruchlos, hat aber einen herben, zusammenziehenden, tinteartigen Geschmack, und verwittert in warmer, trockner Luft. Er erfordert zur Lösung 1,64 Th. Wasser, von 10°, dagegen 0,30 bei 100°.

Der Eisenvitriol wird in sehr großen Quantitäten, besonders in der Färberei, Kattundruckerei und Hutmacherei zur Erzeugung von Schwarz gebraucht, dann zur Tintebereitung, zur Fabrikation von Berlinerblau, zum Reduziren des Indigs in der Blaufärberei, zur Vitriolölbrennerei und noch manichfaltigen anderen technischen und medizinischen Zwecken.

Schwefelsaures Eisenoxyd kann sowohl durch Sättigung von Schwefelsäure mit Eisenoxydhydrat, als auch aus Eisenvitriol dargestellt werden, indem man ihn mit halb soviel Schwefelsäure, als er bereits enthält, vermischt, und durch langsam zugesetzte Salpetersäure oxydirt. Außer dem, auf solche Weise entstehenden neutralen schwefelsauren Eisenoxyd, können noch verschiedene basische, und eine saure Verbindung dargestellt werden, die jedoch fast nur theoretisches Interesse darbieten. Das neutrale Salz kann zwar insofern mit Vortheil zur Tintebereitung gebraucht werden, als es eine, schon im frisch bereiteten Zustande ungemein schwarze Tinte liefert, aber solche Tinte hat den großen Fehler, daß sie nach einiger Zeit braun wird.

Unter den vielerlei Präparaten, die theils aus Eisenvitriol, theils aus schwefelsaurem Eisenoxyd dargestellt werden, hat das Eisenoxydhydrat großes Interesse dadurch erlangt, daß es nach neueren Erfahrungen ein sehr wirksames Gegenmittel gegen Arsenikvergiftung

Digitized by Google

ist. Man bereitet es durch Fällung einer etwas verdünnten Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxyd durch ätzendes oder kohlensaures Kali und Auswaschen des Niederschlages. Zu den vielfältigen Erfahrungen über die Wirksamkeit des Eisenoxydhydrates in dieser Beziehung gehört der folgende Fall: Ein französischer Perückenmacher, der, um sich ums Leben zu bringen, zwei Drachmen weißen Arsenik genommen hatte, wurde dadurch gerettet, daß ihm, nachdem er das Gift bereits 20 Minuten bei sich gehabt hatte, und die Vergiftungssymptome längst eingetreten waren, eine Quantität Eisenoxydhydrat, aus 6 Unzen schwefelsaurem Eisenoxyd gefällt, eingegeben wurde. Man ließ diese Quantität in 20 Quart schwachem Zuckersyrup aufschwemmen, und den Patienten davon so viel nur immer möglich trinken. Nach häufigem Erbrechen und wiederholten Ausleerungen aus dem Darmkanal ließen die Schmerzen allmählig nach, und der Mann wurde in kurzer Zeit wieder hergestellt.

In den Vitriol- und Alaunwerken setzt sich aus den Laugen ein gelber Schlamm ab, der hauptsächlich aus basisch schwefelsaurem Eisenoxyd, gemengt mit Eisenoxydhydrat und etwas Thonerde, besteht. Wenn man diesen Schlamm, der in großen Quantitäten gesammelt werden kann, trocknet, und in einem Flammofen kalzinirt, so nimmt er eine ziemlich schön rothe Farbe an, und stellt so nach dem gehörigen Mahlen und Schlämmen das im Handel vorkommende Englische Roth dar, eine ordinäre, aber auch sehr wohlfeile rothe Malerfarbe.

Auch durch anhaltendes starkes Glühen von Eisenvitriol läßt sich Eisenoxyd in Form eines rothen Pulvers darstellen, ein Prozeß, der bei der Bereitung der Nordhäuser Schwefelsäure fabrikmäßig betrieben wird. Das nach vollständiger Austreibung der Schwefelsäure rückständige Eisenoxyd führt im Handel den alten Namen Kolkothar oder Crocus Martis; muß aber, um als Polirroth gebraucht zu werden, noch fein zerrieben und geschlämmt werden. Man bedient sich desselben fast ausschließlich zum Poliren von Stahlarbeiten, so wie auch häufig unter dem Namen rouge, um Silber- und Goldarbeiten zu poliren. So ist es auch das allein gebräuchliche Polirmittel für Glas, und daher bei der Spiegelfabrikation und der Anfertigung optischer Gläser ganz unentbehrlich. Der Verbrauch von Polirroth ist daher sehr groß; aber eben aus diesem Grunde wird es nicht selten verfälscht, und zwar mit dem, vorhin erwähnten, aus dem Schlamm der Vitriolwerke dargestellten englischen Roth, welches jedoch zum Poliren weit weniger tauglich ist.

Außer diesen Methoden sind noch mehrere andere, die ebenfalls ein sehr gutes, zum Theil selbst die allerfeinsten Sorten von Polirroth zu Wege bringen. So liefert basisch schwefelsaures Eisenoxyd, durch theilweise Zersetzung von neutralem schwefelsauren Eisenoxyd mit kohlensaurem Natron, Auswaschen und Glühen des fein pulverförmigen Niederschlages, ein sehr vorzügliches Produkt.

Ein besonders zum Streichen der Rasirmesser sehr schätzbares Polirroth entsteht, wenn man eine Mischung von gleichen Theilen vorher entwässertem Eisenvitriol und Kochsalz in einem Tiegel glüht. Man läßt die Hitze langsam steigen, und glüht so lange, bis sich keine Dämpfe von Salzsäure mehr entwickeln. Nach dem Glühen wird der Rückstand mit Wasser ausgekocht, worin sich schwefelsaures Natron auflöst, während Eisenoxyd in Gestalt glänzender, röthlich stahlgrauer Blättchen zurückbleibt. Dieses so gewonnene Eisenoxyd kommt in seiner Zusammensetzung und seinen Gesammteigenschaften mit dem natürlichen Eisenglanz, wie er sich unter anderen Fundorten auf der Insel Elba so ausgezeichnet findet, ganz überein, nur daß die Krystalle und Blättchen des natürlichen, wie sich leicht erwarten läßt, die künstlichen an Größe übertreffen. Nach dem Ausziehen des schwefelsauren Natrons trocknet man das Eisenoxyd, und zerreibt es zum feinsten Pulver.

Digitized by Google

Beim Gebrauch wird es entweder als Pulver auf den Streichriemen von weichem Büffelleder aufgetragen, und mit etwas Oel eingerieben, oder man macht das Polirroth mit Schweineschmalz oder Talg zu einer salbenartigen Masse an, die man dann auf den Streichriemen aufstreicht.

Eiskeller. (Ice house, Glacière.) Zwar existiren, wie in dem Artikel „Gefrieren" ausführlicher entwickelt ist, mehrfache Mittel, um auf künstlichem Wege Kälte zu erregen, die jedoch für die Zwecke des gemeinen Lebens zu kostspielig und zu umständlich sind. Das, zumal in unserem Klima bequemste Mittel besteht einfach darin, eine Quantität Eis an einem geeigneten Orte, wo es vor dem Schmelzen gesichert ist, vom Winter bis zur warmen Jahreszeit aufzubewahren. Man muß übrigens die Eiskeller nicht von dem Gesichtspunkte aus betrachten, als wären sie nur bestimmt, die Gaumen der Gourmands mit gefrornem Creme und Orgeat zu kitzeln, vielmehr verdienen sie als sehr nützliche, ja selbst unentbehrliche Hülfsmittel für die Zwecke des gemeinen Lebens alle Aufmerksamkeit. In den wärmeren Ländern Europas bildet ein Eiskeller einen integrirenden Theil des häuslichen Nothbedarfes aller nur einigermaßen wohlhabenden Klassen. Während der Hundstage, besonders in den Gegenden, wo der Sirokko weht, wird Körper und Geist von einer ungemeinen Abspannung und Stumpfheit, verbunden mit Verdauungsbeschwerden und gänzlicher Appetitlosigkeit, ja selbst mitunter von Dysenterie heimgesucht, die offenbar in der großen Hitze ihren Grund haben, und gegen die fast nur kalte Getränke ein Schutzmittel darbieten. Durch den kräftigenden Reiz kalter Getränke auf den Magen und das erschlaffte Nerven- und Muskelsystem wird der Körper zu neuer Thätigkeit erhoben, und Personen, die ohne solche Getränke zu allen Geschäften untauglich sein würden, ertragen bei ihrem Gebrauche auch die schwüle Luft ohne besondere Unbequemlichkeit.

Außerdem gewähren Eiskeller selbst in weniger heißen Klimaten den großen Vortheil, während der warmen Jahreszeit zur längeren Aufbewahrung von Fleisch, Fischen, Geflügel und anderen, dem Faulen leicht unterliegenden Nahrungsmitteln ein höchst wirksames Mittel darzubieten. Bedenkt man, mit wie geringen Kosten ein Eiskeller anzulegen und zu unterhalten ist, so ist es in der That zu verwundern, daß man sie, zumal bei Landhäusern, nicht weit häufiger antrifft, als es wirklich der Fall ist.

Die einfachste und die theoretisch richtigste Gestalt eines Eiskellers ist die zweier, mit den Grundflächen zusammenstoßender Kegel, deren unterer, zur Aufnahme des Eises bestimmt, aus einer mit Mauerwerk ausgekleideten konischen Grube, der andere aus einem niedrigen konischen Strohdach besteht. Der Eingang muß jedenfalls an der Nordseite gelegen sein, und kann die Gestalt eines kurzen Ganges mit zwei Thüren haben. Um ihn möglichst kühl zu halten, und besonders die Sonnenstrahlen abzuwehren, bepflanzt man ihn, so wie auch das Dach rund umher mit dickem Gesträuch. Falls die Oertlichkeit es gestattet, den Eiskeller an einem Felsen oder Bergabhange anzulegen, so ist dieß noch um so vortheilhafter. Man gräbt hier eine Grube von etwa 16 Fuß Durchmesser, die sich nach unten kegelförmig verengt. Die Tiefe kann etwa 24 Fuß betragen; je größer inzwischen die Dimensionen, um so länger konservirt sich das Eis. Eine sehr wesentliche Bedingung ist ein trockner, am besten sandiger Boden, der als schlechter Wärmeleiter wirkt. Sammelt sich beim Graben Wasser in der Grube, so suche man einen geeigneteren trockneren Ort auf. Die Grube wird dann mit einer fußdicken Mauer von Mauersteinen, mit römischem Zement verbunden, ausgefüttert, an dem unteren Ende aber eine zwei Fuß weite zylindrische Vertiefung gemauert, und zu oberst mit einem eisernen Gitterwerk bedeckt, durch welches das Wasser einen Abzug findet, das sich unvermeidlich durch Schmelzen einer Portion Eis erzeugt.

Digitized by Google

Das Dach kann sehr zweckmäßig auch aus einem gemauerten Gewölbe bestehen, und mit Stroh gedeckt werden, was vor einem gewöhnlichen Strohdach allerdings sowohl hinsichtlich der Dauerhaftigkeit, als auch der Kühle großen Vortheil gewährt. Um den Boden soviel wie möglich trocken zu erhalten, versieht man das Dach mit einer kreisförmigen Dachrinne, und leitet das Regenwasser auf einige Entfernung von dem Eiskeller hinweg.

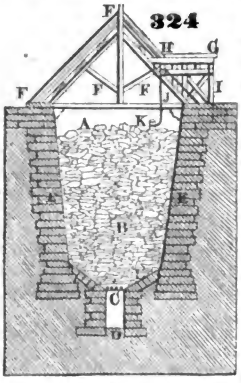


Fig. 324 ist ein nach diesem Prinzipe konstruirter Eiskeller. A, B der Raum für das Eis, das so fest wie möglich eingestampft werden muß; C der Rost über dem Wasserabzuge D. EE das innere Mauerwerk, das sich bei L stärker zusammenzieht, und so einen ganz stumpfen Kegel bildet, in dessen untere Oeffnung der Rost eingelegt wird. Die Mauer E, E reicht bis nahe unter die Oberfläche des Erdbodens hinauf, und trägt hier das Zimmerwerk des Daches F, F, F, F, das mit einer dicken Strohlage gedeckt wird. H, G ein Theil des Einganges, mit der Thüre I. Ein Eimer K, der an einem über die Rolle M laufenden Strick e hängt, dient zum bequemen Aufwinden des Eises. Um möglichst allen Luftwechsel zu vermeiden, ist es wichtig, den Eiskeller recht luftdicht zu verschließen.

Das Einbringen des Eises geschieht am besten an einem recht kalten, trocknen Wintertage. Man bedeckt zuerst den Rost mit mehreren kreuzweise gelegten Lagen von langem trocknen Stroh, fängt nun mit dem Eintragen des Eises an, und bekleidet auch die Seitenmauer mit Stroh, so daß das Eis überall in eine Strohlage eingebettet wird, und außer aller Berührung mit dem Mauerwerke bleibt. Je fester das Eis auf einander liegt, je länger hält es sich, daher es denn sehr zweckmäßig ist, die Zwischenräume zwischen den größeren Eisstücken mit klein zerschlagenem Eis auszufüllen. Strohschichten inmitten des Eises anzubringen, ist nicht zu rathen, weil sie zur Konservation desselben nichts beitragen, und nur einen Raum wegnehmen, der mit größeren horizontalliegenden Eisplatten angefüllt, den Luftwechsel noch sicherer unterbrechen, und zugleich zur Abkühlung des Ganzen mit beitragen würde. Erlaubt es die Witterung, das Eis vor dem Einbringen in den Eiskeller mehrere Tage einer recht strengen Kälte auszusetzen, so hält es sich um so länger.

Ein sehr wohlbegründeter Vorschlag besteht darin das Eis, nachdem es in möglichst kaltem Zustande eingebracht worden, mit eiskaltem Wasser zu begießen. Dieses gefriert nun in Berührung mit dem kalten Eise, füllt so die Hohlungen zwischen den einzelnen Stücken aus, und verwandelt das Ganze in einen großen zusammenhängenden Klumpen. Zu oberst bedeckt man das Eis mit einer dicken Lage Stroh, diese wieder mit Brettern, und legt nun schwere Steine darauf, um das Stroh recht fest zusammenzudrücken.

Beim nachherigen Gebrauch dürfen nie beide Thüren zugleich geöffnet sein. Fenster müssen ganz vermieden werden.

In Ermangelung von Eis kann man wohl auch trocknen, recht kalten Schnee in den Eiskeller füllen, der sich, vorausgesetzt, daß er recht fest eingestampft wurde, ziemlich lange hält. Um ihn noch mehr zu verdichten, besprengt man die einzelnen Lagen mit etwas eiskaltem Wasser.

Vor Einbringen des Eises setzt man eine Leiter von der Länge, daß sie bis zur Eingangsthüre hinaufreicht, in den Keller, und läßt sie beim

Digitized by Google

Einschichten des Eises auf ihrem Platze. In dem Maße, wie sich beim nachherigen Verbrauch die Oberfläche des Eises senkt, wird auch die Leiter mehr und mehr wieder entblößt.

Eläin (Oleïn, Elaïne). Das im Talg und fast allen anderen Fettarten enthaltene flüssige Oel, das sich schon durch Auspressen aus ihnen, wenigstens theilweise, abscheiden laßt, während der feste Theil, Stearin, zurückbleibt. Eine andere Methode zur Darstellung des Oleïns besteht darin, das Fett mit kochendem Alkohol von 0,798 spez. Gew. aufzulösen, und die Lösung abkühlen zu lassen. Das Stearin fällt dann zu Boden, während das Oleïn im Alkohol größtentheils gelöst bleibt, und nachher durch Abdampfen des Alkohols bis auf ¼ seines Volumens sich abscheidet. Setzt man das so erhaltene Oleïn einer niederen Temperatur aus, so setzt es noch etwas Stearin ab, von welchem es durch Auspressen leicht zu trennen ist.

Ueber die näheren Verhältnisse des Oleïns findet man das Nöthige in den Artikeln „Fett", „Oele", „Stearin".

Elemi, ein Harz, welches aus Einschnitten fließt, die man bei trockener Witterung in die Rinde der Amyris elemifera, eines in Südamerika wachsenden Baumes, macht. Es kommt zu uns in gelben, durchscheinenden Klumpen, welche schon durch die Wärme der Hand erweicht werden, hat einen aromatischen Geruch, einen erwärmenden gewürzhaften Geschmack, und enthält 12½ Prozent ätherischen Oels. Man gebraucht es als Zusatz zu Firnissen, welchen es eine gewisse Zähigkeit verleiht.

Elfenbein, (Ivory, Ivoire) bezeichnet ursprünglich nur die Substanz der langen Stoßzähne des Elephanten, doch wird das Wort auch auf viele ähnliche, harte und dichte knochenartige Körper ausgedehnt, so auf die Substanz auch der übrigen Zähne des Elephanten, der Stoßzähne des Flußpferdes, des Ebers und des Wallrosses, des langen Narwalzahnes u. a.

Es ist im Allgemeinen eine weiße, oder gelblich weiße, sehr dichte, harte, elastische, in dünnen Blättchen mehr, als Papier von gleicher Stärke, durchscheinende Masse, die, zumal das eigentliche Elfenbein, auf angeschliffenen Flächen eigenthümlich zartstreifige, oder gestrickt faserige Abzeichnungen darbietet. Die Stoßzähne des Elephanten sind äußerlich mit einer weicheren, weniger kompakten Rinde überzogen; eben so ist auch die innere, bis zu einer gewissen Weite hineinreichende Höhlung mit einer braunen, ziemlich weichen Kruste ausgekleidet. Die Wallroßzähne im Gegentheil besitzen äußerlich ein steinartiges Email von solcher Härte, daß es am Stahle Funken gibt. Die Narwalzähne, oft von 10 Fuß Länge und darüber, kommen dem Elfenbein der Elephantenzähne ziemlich nahe, doch ist die Masse ein wenig härter, und nimmt eine noch schönere Politur an, steht aber gleichwohl niedriger im Preise.

Die Bestandtheile des Elfenbeines sind im Allgemeinen dieselben, wie die aller Knochen; es besteht zu ¾ aus phosphorsaurem, und ein wenig kohlensaurem Kalk, und ¼ Gallerte.

Die Anwendungen des Elfenbeins sind sehr mannigfaltig; so dient es zu Platten für die Miniaturmalerei, zu zahlreichen Drechslerarbeiten, als Billardbällen, Fingerhüten, Verzierungen an Holzarbeiten u. dgl., zu Messer- und Gabelheften, zu Kämmen, Thermometerskalen u. s. f. Das Wallroßelfenbein wird besonders zu künstlichen Zähnen gebraucht.

Unter den verschiedenen Sorten von Elephantenzähnen werden die ostindischen den afrikanischen vorgezogen. Man hat bei der Beurtheilung der Zähne besonders darauf zu sehen, ob etwa tiefer in ihre Substanz hineinreichende Sprünge zu bemerken sind, oder ob abge-

Digitized by Google

brochene Splitter ein mattes, glanzloses Ansehen darbieten, was jederzeit als Anzeige von schlechter Waare dient.

Von gewöhnlichen Knochen ist Elfenbein durch die eigenthümliche Durchscheinbarkeit und die schon erwähnten, fein rhombosdrisch netzförmigen Abzeichnungen leicht zu unterscheiden, die auf dem Querschnitt des Elfenbeines deutlich bemerkbar sind.

Lange Zeit der Luft exponirt, nimmt Elfenbein eine schmutziggelbe oder gelblichbraune Farbe an, die sich größtentheils dadurch beseitigen läßt, daß man die Oberfläche mit Bimsstein und Wasser abreibt, das Stück unter eine Glasglocke bringt, und in die Sonne stellt. Dieselbe Behandlung kann dann noch einige Mal wiederholt werden.

Beabsichtigt man, schwarze oder auch anders gefärbte Zeichnungen auf Elfenbein hervorzubringen, so geschieht dieß am besten durch Aetzen. Zu dem Ende bereitet man sich zuvörderst einen Aetzgrund aus 2 Loth weißem Wachs, ebensoviel Mastix in Thränen, und 1 Loth Asphalt. Mastix und Asphalt werden, jedes für sich, zu feinem Pulver zerrieben, das Wachs geschmolzen, und nun zuerst das Mastix, demnächst das Asphalt allmählig eingestreut, und durch Rühren in dem Wachse aufgelöst. Haben sich die drei Theile zu einer homogenen Flüssigkeit verbunden, so schüttet man sie in lauwarmes Wasser, formt sie während des Erkaltens mit der Hand zu Stangen oder Kugeln von etwa 1 Zoll Durchmesser, und bewindet diese nach völligem Erstarren mit einem Stückchen Tafft. Statt des theuren Mastix kann man auch weißes Harz nehmen, das ziemlich denselben Zweck erfüllt, und weit wohlfeiler ist. Das beste Verhältniß ist in diesem Fall: 4 Loth Asphalt, 2 Loth Harz und 1 Loth Wachs.

Hat man sich den Aetzgrund angefertigt, so überzieht man die wohlpolirte Oberfläche des Elfenbeins, das zu dem Ende ein wenig erwärmt seyn muß, mit demselben, radirt die Zeichnung ein, bildet einen Rand von Wachs um die Fläche, und gießt konzentrirte Schwefelsäure darauf. Man kann hiebei, um die Einwirkung der Säure zu erleichtern, das Stück oder die Säure mäßig erwärmen. Durch Einwirkung der Säure auf die Gallerte bildet sich eine kohlige Substanz, so daß die durch das Radiren blosgelegten Stellen nach Beseitigung des Aetzgrundes mit schwarzer Farbe erscheinen. Wo es nicht auf besondere Sauberkeit der Zeichnung ankommt, kann auch reines Wachs als Aetzgrund dienen. Statt der Schwefelsäure bewirkt auch eine Auflösung von salpetersaurem Silber und nachheriges Aussetzen an das Sonnenlicht eine schwarze, sehr dauerhafte Aetzung; Goldauflösung gibt Purpurroth. Nach beendigtem Aetzen nimmt man das Wachs oder den Aetzgrund mit Terpentinöl hinweg.

Zum Färben von Elfenbein werden die folgenden Vorschriften empfohlen.

1. Schwarz. Legt man Elfenbein in eine verdünnte Auflösung von reinem salpetersauren Silber, und demnächst an das Sonnenlicht, so nimmt es eine schwarze, etwas ins Grünliche spielende Farbe an. Ein tieferes, schöneres Schwarz entsteht, wenn das Elfenbein einige Zeit in einer durchgeseiheten Abkochung von Blauholz gekocht und darauf in eine Auflösung von schwefelsaurem oder essigsaurem Eisenoxyd eingelegt wird.

2. Blau; wird durch schwefelsaure Indigoauflösung (die zum Theil mit Kali gesättigt sein muß) hervorgebracht. Man legt das Elfenbein in die stark verdünnte Lösung, ohne es jedoch damit zu erhitzen oder gar zu kochen, und läßt es längere oder kürzere Zeit, je nachdem man ein mehr oder weniger intensives Blau darzustellen beabsichtiget, darin liegen.

3. Grün. Man taucht das vorher mit Indig blaugefärbte Elfenbein auf einige Augenblicke in eine Auflösung von Zinn in Königswasser, und darauf in eine heiße Abkochung von Gelbholz.

Digitized by Google

4. Gelb; entsteht durch dieselbe Behandlung, nur ohne Blau. Durch einen Zusatz von Brasilienholz zu der Farbebrühe entsteht ein mehr ins Orange spielendes Gelb. Ein sehr reines und ganz unveränderliches Gelb läßt sich auf Elfenbein dadurch hervorbringen, daß man es 18 bis 24 Stunden in eine konzentrirte Lösung von neutralem chromsauren Kali einlegt, und hierauf in eine siedendheiße Bleizuckerlösung bringt.

5. Roth. Man beitzt das Elfenbein zuvörderst mit der vorhin erwähnten Zinnsolution, und färbt nun in einer Abkochung von Brasilienholz, Kochenille oder einer Mischung Beider. Scharlach läßt sich am besten mit Lac-Dye färben. Legt man das so gefärbte Elfenbein in Pottaschenlösung, so geht das Scharlach in Kirschroth über.

6. Violett. Man beizt mit Zinnsolution, und gibt dann ein Blauholzbad. Ist dieses durch wiederholten Gebrauch größtentheils erschöpft, so bewirkt es auf gehörig angebeiztem Elfenbein einen schwachen Stich in Lila. Taucht man violett gefärbtes Elfenbein in, mit vielem Wasser verdünnte Salpetersalzsäure, so färbt es sich purpurroth.

Im Allgemeinen muß noch erwähnt werden, daß die Farben auf unpolirtem Elfenbein weit besser haften, als auf polirtem, daher man in der Regel die Politur erst nach dem Färben gibt. Zeigen sich nach dem Ausfärben dunklere Flecke, so reibt man sie mit Kreide ab, und färbt nun nochmals. Man darf die Kochungen nicht zu lange fortsetzen, weil das Elfenbein dadurch Sprünge bekommt, und legt die Stücke, so wie es aus der heißen Flüssigkeit kommt, in kaltes Wasser ein.

Kocht man Elfenbein- Bohr- oder Drehspäne im Wasser, so entsteht eine feine Sorte Leim.

Die Einfuhr von Elephantenzähnen in England hat sich im Jahre 1834 auf 4284, im Jahre 1835 auf 3698, und 1836 auf 4584 Zentner belaufen. Der Zoll beträgt 1 Lstrl. pr. Zentner.

Elfenbeinschwarz (Ivory-black, Noir d'ivoire) wird genau auf dieselbe Art, wie das gewöhnliche Beinschwarz (M. s. diesen Artikel) bereitet. Die Kohle wird feingemahlen oder auf einem Reibsteine gerieben, und stellt so ein ausgezeichnet schönes Sammetschwarz dar, das besonders für den Kupferdruck sehr beliebt ist. Im Kleinen ist es sehr leicht dadurch zu bereiten, daß man Elfenbeinstaub in einem wohlbedeckten Tiegel durchglühet. Sehr häufig kommt feingemahlene gewöhnliche Beinkohle unter dem Namen Elfenbeinschwarz im Handel vor, ist jedoch an der minder dunkelschwarzen Farbe von dem echten wohl zu unterscheiden.

Email (Schmelzglas, Enamel, Email). Eine scharfe Unterscheidung zwischen Glas und Email ist schwerlich durchzuführen. Im Allgemeinen versteht man unter Email solche, zum Theil durchsichtige, zum Theil, und zwar gewöhnlich nur halb durchsichtige, oft nur schwach durchscheinende, weiße oder anderweitig gefärbte, meistentheils leichtflüssige Glasarten, die durch Zusammenschmelzen verschiedener Metalloxyde, besonders Blei- und Zinnoxyd, mit Kieselerde und kohlensaurem Kali, oft auch noch anderen leichtflüssigen Salzen, als borarsauren, phosphorsauren, flußsauren Salzen, gebildet werden, und theils zum Ueberziehen feiner Metall-, besonders Gold- und Silber-Arbeiten, theils zur Anfertigung künstlicher Glasbläserarbeiten gebraucht werden. Das gewöhnliche weiße Email, wie es unter anderen Anwendungen, besonders zum Emailliren der Uhrzifferblätter, verwandt wird, entsteht durch Zusammenschmelzen einer Mischung von Zinn- und Bleioxyd mit feinem Quarzmehl und Pottasche. Zur Darstellung des Zinn- und Bleioxyds geht man folgendermaßen zu Werke: Man bereitet eine Legirung von Zinn und Blei in dem Verhältniß von 15 bis 50 des ersteren gegen 100 des letzteren, je nachdem das Email leichtflüssiger und durchsichtiger ausfallen soll; indem das Zinnoxyd die weiße, undurchsichtige

Digitized by Google

Beschaffenheit nebst Streuglüssigkeit, Bleioxyd dagegen einen höheren Grad von Leichtflüssigkeit bedingt. Für die meisten Emailsorten ist ein mittleres Verhältniß von etwa 25 Zinn gegen 100 Blei am zweckmäßigsten. Diese Legirung hat im geschmolzenen Zustande so große Verwandtschaft zum Sauerstoff, daß sie sich, in einem flachen eisernen Gefäße zu Kirschrothglühhitze gebracht, mit der größten Leichtigkeit oxydirt. So wie sich auf der Oberfläche des Metalles eine dünne Oxydkruste gebildet hat, zieht man sie zur Seite, um das Metall bloszulegen, und fährt so lange hiemit fort, bis Alles in ein gelblich weißes Pulver verwandelt ist. Man muß hiebei besonders dahin trachten, eine vollständige Oxydation des Metalls zu erzielen, indem etwa rückständige metallische Theilchen auf die Qualität des Emails sehr nachtheilig einwirken; und deßhalb auch die Hitze beim Kalziniren nicht höher treiben, als gerade nöthig, weil das Pulver in starker Glühhitze eine anfangende Schmelzung oder Frittung erleidet, und dadurch etwa noch vorhandene Metalltheilchen vor der vollständigen Oxydation geschützt werden können. Nach dem Erkalten wird das Oxyd auf einer Mühle gemahlen, mit Wasser angemacht und zum feinsten Pulver zerrieben und geschlämmt. Dieses zarte, aus Zinn- und Bleioxyd bestehende Pulver wird nun mit Quarzsand und Pottasche, Soda oder auch Kochsalz, gewöhnlich in dem Verhältniß von 4 Sand und 1 Kochsalz auf 4 Oxyd, gemengt. Chaptal gibt an, daß ihm eine Mischung von 100 Oxyd (durch Kalziniren gleicher Theile Zinn und Blei erhalten) 100 Feuersteinpulver und 200 reinem kohlensaurem Kali ein sehr schönes Email geliefert haben. Die Mischung wird in einen Tiegel gegeben, oder auf eine Lage Sand, zerfallenen Kalk oder Holzasche geschüttet, und im Töpfer- oder Steingutofen bis zu dem Punkte erhitzt, daß sie eine theilweise Verglasung erleidet, ohne jedoch ganz flüssig zu werden.

Die hier in Rede stehende Mischung gibt ein weißes, nur durchscheinendes Email. Zu farbigem Schmelzglase werden, wie sogleich näher erörtert werden soll, entsprechende Metalloxyde gesetzt; soll es aber durchsichtig werden, so läßt man das Zinnoxyd weg, und wendet nur Bleioxyd an. Zur Anfertigung von Glasbläserarbeiten muß das Email, wie gewöhnliches Glas geschmolzen und zu Röhren von verschiedener Weite und Stärke ausgezogen werden.

Das Emailliren ist eine sehr alte Kunst, die schon bei mehreren alten Völkern zu einem hohen Grade von Vollkommenheit gelangte, wie dieß aus vielen Ueberresten, die jetzt noch aufgefunden werden, hervorgeht. Ueber ihr Verfahren und die Materialien, deren sie sich bedienten, sind wir inzwischen ganz im Dunklen. Schon damals machte jeder Künstler, wie selbst jetzt noch, ein tiefes Geheimniß aus seinen Kompositionen, daher denn auch gewiß eine Menge der sonderbarsten Zusammensetzungen mit ihren Erfindern begraben worden sind. Außer diesem Umstande mag noch ein anderer Grund dem Wiederaufblühen dieser Kunst bis zu ihrer ehemaligen Vollkommenheit im Wege stehen. Man findet nämlich unter der großen Menge von Rezepten zur Anfertigung von Email viele, in welchen Materialien vorgeschrieben werden, die, theils wegen unbestimmter oder unverständlicher Benennung, oder weil sie im Handel entweder gar nicht mehr, oder doch nicht in derselben Qualität, wie früher, vorkommen, jetzt nicht mehr zu erlangen sind. Die Kunst wird daher, um auf ihren früheren Standpunkt zurückzukommen, mit Zuratheziehung aller Hülfsmittel der neueren Chemie von Neuem ausgebildet, und um zu sicheren Resultaten zu gelangen, jedes einzelne Material im Zustande völliger Reinheit in Anwendung gebracht werden müssen.

Das beste Email wird noch jetzt in Venedig gemacht, und von da in allen Farben und Sorten fast nach allen Ländern Europa's versandt.

Man unterscheidet das Email in durchsichtiges und opakes. Bei ersterem sind sämmtliche Bestandtheile in vollständige Schmelzung über-

Digitized by Google

gegangen, und bilden so eine Art Krystallglas, während bei dem opaken Email ein Theil in höherem Grade der Hitze widersteht, nicht zum Schmelzen kommt, und in feinem Zustande durch die übrige Masse vertheilt, den freien Durchgang der Lichtstrahlen hemmt. In dieser Art erklärt sich besonders die Einwirkung des Zinnoxydes.

Das zum Ueberziehen von Metallflächen bestimmte Email muß besonders leichtflüssig sein, und daher eine verhältnißmäßig größere Menge Flußmittel enthalten. Man pflegt daher den Sand zu solchem Email wohl vorläufig mit ¼ seines Gewichts Kochsalz zu glühen, oder auch noch eine gewisse Menge Bleiglätte oder Mennige zuzusetzen. Es gibt jedoch einzelne Farben, die sich mit Bleioxyd nicht vertragen, deren Anwendung daher andere Flußmittel bedingt. Nach Clouet liefert der folgende Satz eine gute Basis für Purpur, Blau und einige andere besonders zarte Farben: 3 Th. Quarzsand, 1 Kreide und 3 gebrannter Borax; oder 3 Krystallglas (zerbrochene Gläser, Schalen u. dgl), 1 gebrannter Borax, ¼ Salpeter und 1 Antimonium diaphoreticum ablutum (Gemeng von Antimon- und antimonichter Säure). Daß übrigens die Zusammensetzung dieser eigentlichen Glasmasse tausendfältige Abänderungen zuläßt, ist einleuchtend, doch dürfen nie die Eigenschaften eines guten Emails, nämlich hinreichende Leichtflüssigkeit, um, ohne grade allzu dünnflüssig zu werden, dennoch schon in mäßiger Glühhitze eine wohlgeschmolzene Oberfläche zu bilden, außer Acht gelassen werden; denn die Masse soll nicht eigentlich zum vollständigen Fluß kommen, sondern nur eine weiche teigartige Konsistenz annehmen, in deren Folge sich das auf die Metallfläche aufgetragene Frittepulver zu einem zusammenhängenden Ueberzuge vereinigt, der nach dem Erkalten ganz das Ansehen hat, als wäre er völlig flüssig gewesen.

Opakes weißes Email. Dieß erfordert ganz besonders sorgfältige Auswahl der Materialien, insofern es frei von jedem Stich in andere Farben, und vollkommen weiß sein muß. Zeigt übrigens die Fritte in dieser Hinsicht geringe Mängel, so würde es voreilig sein, sie als unbrauchbar geradezu zu verwerfen, denn diese Färbung kann zwei sehr verschiedene Ursachen haben. Entweder sie rührt von einer Verunreinigung mit fremden Metalloxyden, und in diesem Falle ist sie allerdings nicht wohl zu verbessern, oder aber von einer geringen Menge fein zertheiltem metallischen Blei, das sich durch Einwirkung rußiger Theile auf das Bleioxyd sehr leicht reduzirt. Diesem letzteren Uebelstande nun läßt sich durch Zusatz einer kleinen Menge Braunstein sehr leicht abhelfen, der durch Abgabe von Sauerstoff sowohl die feinen Bleipartikeln, als auch etwa vorhandene kohlige Theile oxydirt, und somit die rein weiße Farbe herstellt. Zwar bewirkt Braunstein für sich eine violette Färbung in allen Glasflüssen, aber auch nur so lange er als Superoxyd sich mit dem Glase verbunden hat. Ist ihm jedoch durch Einwirkung brennbarer Substanzen die Hälfte seines Sauerstoffs entzogen, so verursacht das so entstandene Manganoxydul keine weitere Färbung. Der Zusatz von Braunstein muß daher so gering sein, daß er nur gerade den beabsichtigten Zweck erfüllt; der geringste Ueberschuß bewirkt sogleich eine violettliche Färbung. In einzelnen Fällen freilich gibt man absichtlich, um dem Weiß einen nicht unangenehmen Stich ins Röthliche zu ertheilen, einen kleinen Ueberschuß von Braunstein, so wie man bekanntlich dem Leinen, Papier und anderen ähnlichen Stoffen gewöhnlich eine leichte bläuliche Schattirung gibt, um den häßlichen gelblichen Schein, den sie im reinen Zustande gewöhnlich besitzen, zu überdecken.

Um also weißes Email zu bereiten, nimmt man das aus 2 Theilen Zinn und 1 Theil Blei bereitete Oxyd, und schmilzt es mit dem doppelten seines Gewichts gutem Krystallglas und ein klein wenig Braunstein. Alle drei Theile werden vor dem Schmelzen zerrieben, und innig gemengt in einen Tiegel von sehr reinem eisenfreien Thon eingetragen. Ist die Masse völlig in Fluß gekommen, so schüttet man sie in reines

Digitized by Google

Wasser, trocknet sie nach dem Herausnehmen, und schmilzt sie nochmals. Um recht sicher zu gehen, und eine völlig gleichförmige Verbindung der Ingredienzien zu erzielen, wiederholt man diese Schmelzung und das Abschrecken in kaltem Wasser wohl 4 Mal. Daß der Tiegel während der Schmelzung aufs Sorgfältigste bedeckt, und sowohl vor dem Hineinfallen von eisen- oder kupferhaltigen Substanzen, als auch vor dem Hineinschlagen von Rauch gesichert sein müsse, ist leicht zu erachten.

Von einigen Praktikern wird, wie bereits erwähnt, das so genannte Antimonium-diaphoreticum zum weißen Email empfohlen; allein wenn dieses Präparat zu einem Glasflusse gesetzt wird, der noch andere Metalloxyde, so namentlich Bleioxyd, enthält, so führt es, weit entfernt, das Glas zu verbessern, vielmehr eine schmutzig gelbliche Färbung herbei, so daß es nur als Zusatz zu gewöhnlichem metallfreien Glase oder anderen nicht metallischen Glasflüssen gebraucht werden kann. Auf 3 Theile bleifreies Glas nimmt man 1 Theil des Antimonpräparats, reibt beide Theile innig zusammen, und schmilzt sie.

Blaues Email. Wird fast durchgehends mit Kobaltoxyd oder sonst einer Kobaltverbindung bereitet. Die färbende Kraft des Kobaltes ist so ungemein groß, daß schon eine sehr geringe Menge desselben hinreicht, eine intensiv blaue Farbe hervorzubringen, und daß ein einigermaßen beträchtlicher Zusatz Schwarz erzeugt. Das Kobaltblau ist so reich und lebhaft, daß es gewissermaßen alle anderen Metalloxyde überstrahlt, und die durch sie etwa bewirkte Färbung ganz unbemerkbar macht. Dabei ist es sehr leicht herzustellen. Soll es aber in seiner ganzen Reinheit hervorkommen, so ist es nothwendig, alle anderen färbenden Metalloxyde auszuschließen und auch das Kobaltoxyd soviel wie möglich vorher zu reinigen. Das Kobalt nämlich kommt in seinen Haupterzen mit mehreren Metallen, als Eisen, Arsenik, Kupfer und Nickel, sowie mit Schwefel vergesellschaftet vor, von denen es nur durch eine etwas umständliche Behandlung völlig zu reinigen ist. Eisen und Kupfer sind besonders von nachtheiligem Einfluß auf die Schönheit des Kobaltblau, und lassen sich ohne große Schwierigkeit trennen. Man löst zu dem Ende das rohe oder vorher geröstete Kobalterz in Salpetersäure, dampft die Lösung zur Syrupkonsistenz ein, um die überflüssige Säure wegzuschaffen. Man verdünnt nun wieder mit Wasser und tropft, unter beständigem Umrühren, kohlensaures Natron langsam hinzu, bis die Flüssigkeit gerade neutral, oder nur noch höchst wenig sauer reagirt, und nach Absetzen des Niederschlages eine rosenrothe Farbe annimmt. Ist dieser Punkt erreicht, so filtrirt man den Niederschlag ab, und fällt nun durch ferneren Zusatz von kohlensaurem Natron, das in der Flüssigkeit enthaltene arsenikfaure Kobalt. Da nun Arsenikfäure durchaus keine Färbung in den Glasflüssen hervorbringt, so kann sie ohne Nachtheil bei dem Kobaltoxyd verbleiben.

Das Kobaltblau verträgt sich nicht sonderlich mit einem starken Bleigehalt im Glase; es verliert dadurch von seinem Feuer; daher man denn als Flußmittel lieber Salpeter anwendet.

Gelbes Email. Gelb läßt sich auf vielfache Art hervorbringen, fällt aber selten sehr rein und gleichförmig aus. So liefern mehrere Silberpräparate, als schwefelsaures und phosphorsaures Silber, ein brauchbares Gelb, das aber sehr leicht mißlingt, indem es sowohl durch einen etwas zu hohen Hitzgrad, als auch durch stark basische Flußmittel, besonders durch Salpeter, leicht zerstört wird, daher denn dieses Silbergelb selten angewandt wird. Besser ist eine Mischung von Blei- und Antimonoxyd, die, zumal in Verbindung mit strengflüssigen Zusätzen ein recht schönes Gelb liefern. Ein guter Satz ist der folgende: 1 Theil Antimonoxyd, 1 bis 3 Theile Bleiweiß, 1 Alaun und 1 Salmiak. Diese Ingredienzien werden separat pulverisirt, hierauf genau gemengt, und so weit erhitzt, daß sich keine Salmiakdämpfe mehr entwickeln und

Digitized by Google

die gelbe Farbe rein hervorgekommen ist. Es entsteht unter diesen Umständen offenbar eine dem Neapelgelb ganz analoge Farbe.

Auch durch Bleioxyd allein, oder durch eine Mischung von Bleioxyd mit ein wenig Eisenoxyd entstehen gelbe, mehr oder weniger ins Rothe spielende Farbetöne. Im Widerspruch mit der so eben gemachten Bemerkung führt Clouet in seinem Werke über Email an, daß man mit reinem Silberoxyd ein sehr schönes Gelb auf die Art darstellen könne, daß man das Oxyd auf ein schon fertig angeschmolzenes weißes Email sehr dünn auftrage, das Stück der angemessenen mäßigen Temperatur aussetze, und nun die feine Haut von metallischem Silber, die sich zu oberst erzeugt, hinwegnehme. Unter dieser finde sich dann das Email, freilich nur oberflächlich, schön gelb gefärbt. Das Silberoxyd muß bei dieser Prozedur ganz ohne Flußmittel angewandt werden, indem es sonst nicht möglich sein würde, das metallische Silber von der gefärbten Fläche abzureiben.

Grünes Email. Grün läßt sich bekanntlich durch Mischung von Gelb und Blau herstellen; doch wird hievon bei der Emailbereitung selten Gebrauch gemacht, weil man auf direktem Wege, nämlich durch Kupferoxyd und noch besser durch Chromoxyd ein sehr schönes, selbst einer starken Hitze widerstehendes Grün erhält. Nur Kupferoxyd, nicht das Oxydul, kann zu Grün gebraucht werden. Es ist als Hydrat blau, im reinen wasserfreien Zustande braunschwarz, bewirkt aber in Glasflüssen eine grüne Farbe. Man versetzt es mit einer gleichen, oder der doppelten Gewichtsmenge Flußmittel, entweder Bleiglas oder auch einem bleifreien leichtflüssigen Email; mitunter wird das Verhältniß von Email noch geringer genommen, und wohl ein wenig Eisenoxyd zugesetzt; gewöhnlich freilich weit größer. So z. B. nimmt man auf 4 Loth Kupferoxyd und 48 Gran Eisenoxyd wohl 4 Pfund Emailfritte. Chromgrün ist selbst in hohen Temperaturen unveränderlich, und bietet insofern allerdings Vorzüge vor dem Kupferoxyd dar, allein es ist nicht immer von angenehmer Schattirung, sondern spielt gern ins Bräunlichgelbe, vielleicht in Folge einer theilweise höheren Oxydation.

Roth. Wird theils mit Goldpurpur, der ein, auch in höheren Hitzgraden sehr dauerhaftes Roth liefert, theils mit Kupferoxydul hervorgebracht, welches, genau im Zustande als Oxydul angewandt, ein Roth liefert, das dem schönsten Karmin wenig nachgibt und in Verbindung mit Eisenoxyd zu allen Abstufungen von reinem Roth bis Orangegelb angewandt werden kann. Das Kupferoxydul ist jedoch in sofern schwierig anzuwenden, als es sehr geneigt ist, durch Aufnahme von Sauerstoff in Oxyd überzugehen. Man muß daher genau die richtige Temperatur beobachten, und, sobald das Roth hervorgekommen ist, das Stück aus dem Feuer nehmen. Sollte dennoch Kupferoxyd entstanden sein, was sich durch eine grünliche Färbung zu erkennen gibt, so kann man es durch Zusatz irgend einer kohlehaltigen Substanz, als Kohlenpulver, Talg, Weinstein u. dgl. wieder zu Oxydul reduziren, und so die rothe Farbe wieder hervorrufen. Durch Zusatz derartiger reduzirender Mittel kann selbst ein Theil des Kupferoxydes zu metallischem Kupfer reduzirt werden, das dann in Gestalt feiner glänzenden Blättchen in den röthlichen Grund eingesprengt, dem Email eine gewisse Aehnlichkeit mit Avanturin gibt. Die sicherste und leichteste Methode zur Darstellung von Kupferoxydul besteht darin, gleiche Theile essigsaures Kupferoxyd (krystallisirten Grünspan) und Zucker in dem vierfachen Gewichte Wasser aufzulösen, und dieß so lange zu kochen, als noch ein rother pulverförmiger Niederschlag von Kupferoxydul erfolgt. Man dekantirt nun die Flüssigkeit, wäscht den Niederschlag durch Dekantation aus, und trocknet ihn.

Schwarz. Wird durch Braunstein und Eisenoxyd hervorgebracht, denen man, um ein recht tiefes Schwarz zu erhalten, ein wenig Kobalt zusetzt. Nach Clouet soll Thon mit ungefähr ⅓ seines Gewichts Eisenoxydul geschmolzen, ein schönes schwarzes Email liefern.

Digitized by Google

Violett. Hiezu dient vorzugsweise Braunstein, der schon in sehr geringer Menge den Glasflüssen ein vorzüglich schönes Violett mittheilt; das theils durch Abweichungen in den Mengenverhältnissen, theils auch durch Zusatz anderer Metalloxyde vielfältig modificirt werden kann. Es ist bei Anwendung von Braunstein besonders wichtig, ihn auf seiner Oxydationsstufe zu erhalten, und das Email sorgfältig vor der Einwirkung reducirender Substanzen zu schützen.

Das Emailliren selbst besteht, wie oben erwähnt, darin, das vorher zubereitete Email auf Metallbleche aufzutragen und hier festzuschmelzen. Nur Kupfer und Gold eignen sich hiezu; Silber schwillt leicht auf und bewirkt eine blasige und löcherige Oberfläche des Emailüberzuges.

Das zum Emailliren bestimmte Gold muß 22 karätig sein; ist es feiner, so besitzt es zu wenig Steifigkeit, ist es dagegen sehr stark legirt, so ist es zu leichtflüssig, und kann beim Aufschmelzen des Emails Gefahr laufen, in Fluß zu kommen. Am besten verhält sich in dieser Beziehung die Legirung von 22 Theilen Gold mit 1 Theil Silber und 1 Theil Kupfer.

Die zu emaillirende Fläche bekommt einen ganz niedrigen, aufgebogenen Rand, der zu einer Begrenzung für das weiche Email dient, wenn dieses mit dem Spatel angedrückt wird. In Fällen, wo das Metallblech nur auf einer Seite emaillirt werden soll, darf man das Email nur ganz dünn auftragen, weil eine dicke Lage bei Einwirkung der Hitze das Goldblech in die Höhe zieht, und leicht eine zu stark konvere Krümmung bedingt. Soll das Email nicht die ganze Fläche bedecken, so müssen die zu seiner Aufnahme bestimmten Stellen ein wenig vertieft werden. Man zeichnet zu dem Ende die äußeren Begrenzungen mit einer Bleifeder vor, und gravirt sie nun mit dem Grabstichel ein. Hierauf wird die ganze, solchergestalt begrenzte Fläche mit einem flachen Grabstichel so gleichförmig wie möglich in der Tiefe ausgearbeitet, wie man sie für die Emailschicht für zweckmäßig hält. Bleiben einzelne Punkte zu wenig vertieft, so bildet das Email über ihnen eine so dünne Schicht, daß es hier leicht etwas grünlich durchscheint, denn bei Einwirkung des Emails auf das kupferhaltige Gold wird etwas Kupferoxyd mit grüner Farbe gelöst, daher man bei näherer Untersuchung der dem Metalle zunächstliegenden unteren Flächen jeder Emaillirung, diese grüne Farbe wahrnimmt. Um das Email auf der Metallfläche besser haften zu machen, helfen sich einige Künstler dadurch, daß sie die Fläche mit vielen feinen, kreuzweise eingeritzten Linien versehen, oder sie mit der vorderen Kante einer gerade abgebrochenen Feile beschaben. Demnächst wird die Platte zuerst in Kalilauge gekocht, darauf mit schwachem Essig abgespült, und endlich mit ganz reinem Wasser sorgfältig abgewaschen.

Nach diesen Vorbereitungen schreitet man nun dazu, die Fläche mit einer Lage weißem Email zu überziehen. Man zerreibt nämlich etwas weißes Email in einer Achat- oder Porzellanreibschale zu einem gröblichen Pulver, etwa wie feiner Sand, wäscht es mit Wasser, und breitet es noch feucht auf dem Stücke innerhalb der vertieften Stellen, oder des aufgebogenen Randes mittelst eines Spatels aus, und sucht es dadurch noch mehr zu verdichten, daß man mit dem Spatel sanfte Schläge gegen die untere Seite des Arbeitsstückes führt.

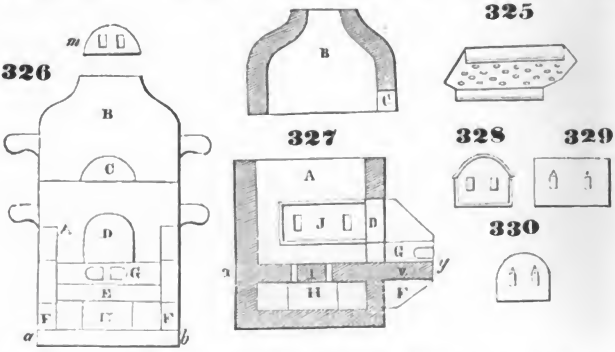
Nach dem Trocknen legt man das Ganze auf ein durchlöchertes Eisenblech, Fig. 325, das über glühenden Kohlen erhitzt ist, läßt es hier so lange liegen, bis es zu rauchen aufhört, und bringt es nun, ohne es vorher abkühlen zu lassen, in die Muffel. Wird dieß nicht genau beobachtet, und kommt das Stück kalt in den Ofen, so bilden sich leicht Risse in dem Email, und es springt wohl gar von der Metallfläche los.

Die Einrichtung des Emaillirofens ist in Fig. 326 und 327 dargestellt. Er bildet im Querschnitt ein Quadrat und besteht aus zwei Theilen, dem unteren, A, der den Aschenfall und den Arbeitsraum umfaßt, und dem Dome B. Er kann aus Eisenblech angefertigt und mit Thon aus

Digitized by Google

geſchlagen, oder auch ganz aus Thon gemacht werden, und hat mit einem Probirofen die größte Aehnlichkeit. Für die gewöhnlichen Zwecke reicht es hin, wenn er im Lichten 9 Zoll im Quadrat, dabei 13 Zoll Höhe hat. Der Dom iſt 9 Zoll hoch, dabei gibt man den Wänden des Ofens eine Stärke von 2 Zoll. Die Oeffnung C bleibt beim Gebrauch entweder ganz offen, oder wird, um ſtärkere Glühhitze zu geben, mit einer thönernen Thür m zugeſetzt. Sie dient zum Aufgeben von Brennmaterial, und zur Beobachtung des Feuers. Eine zweite und zwar die größte Oeffnung iſt bei D, die bis auf den vorſpringenden Sims E herabreicht, der durch zwei Konſolen F die nöthige Unterſtützung erhält. In die Oeffnung D wird ein beweglicher thönerner Schieber G eingelegt, der bis zum vorderen Rande des Simſes E, und mit dem hinteren Ende bis zur Innenſeite des Ofens reicht, und den Sims ſowohl, wie die untere Seite der Oeffnung der ganzen Breite nach bedeckt. H, H, H Thüren zum Aſchenfall, an jeder der vier Seiten des Ofens.

In gleicher Horizontalebene mit dem äußeren Simſe befindet ſich der thönerne Boden I, der als Roſt dient, und zu dem Ende mit vielen kleinen Löchern durchbrochen iſt. Einen Haupttheil des Apparates bildet die Muffel, in welche die Arbeitsſtücke eingeſetzt werden. Dieſe iſt aus Thon ſo dünn wie möglich gearbeitet und hat eine parallelepipediſche, oben zylindriſch gewölbte Form, und an jeder Seite zwei Oeffnungen oder Fenſterchen. Fig. 327 zeigt bei J den vertikalen Längendurchſchnitt, Fig. 328 die Vorderanſicht, Fig. 329 die Seitenanſicht, und Fig. 330



die Hinteranſicht der Muffel. Sie wird in die Oeffnung D eingeſchoben und ruht auf zwei eiſernen Querſtangen, oder noch beſſer, thönernen Balken, die ihrerſeits wieder auf Vorſprüngen an den inneren Seitenwänden des Ofens liegen. Als Brennmaterial verdient trockenes Buchenholz, oder auch Espenholz in etwa 1 Zoll dicken und 9 Zoll langen Scheiten oder auch Aeſten den Vorzug; mit denen man den Raum unter der Muffel in horizontalen Schichten anfüllt, und dieſe noch mit einer Schichte Holz bedeckt. Wenn nun nach fortgeſetztem Feuern die Muffel bis zur Weißglühhitze gekommen iſt, ſo wird das heiße Eiſenblech ſammt dem darauf liegenden Stück, wovon bereits oben die Rede war, mit einer Zange in die Muffel eingebracht und allmählig weiter hineingeſchoben. Man legt jetzt ein Paar große Stücke Holzkohle in die Mündung der Muffel, um die Hitze im Innern mehr zuſammenzuhalten, läßt aber doch einen Zwiſchenraum frei, um bequem den Fortgang der Schmelzung beobachten zu können. Sobald man bemerkt, daß das Email weich zu werden anfängt, dreht man das Blech mit dem darauf liegenden

Digitized by Google

Arbeitsstück horizontal, so daß bald die eine, bald die andere Seite der Hinterwand der Muffel zugekehrt ist und alle Theile gleiche Hitze bekommen, und sobald die ganze Emailfläche gleichmäßig zur Schmelzung gekommen ist, zieht man das Blech allmählig, um Sprünge durch zu rasche Abkühlung zu vermeiden, aus dem Ofen.

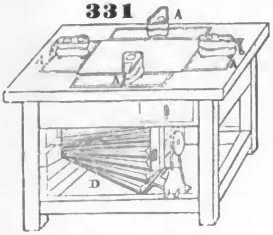
Hat sich das Stück endlich völlig abgekühlt, so wäscht man es mit sehr verdünnter Salpetersäure, und darauf mit kaltem Wasser ab, trägt eine neue Lage Emailpulver auf, bringt das Stück in den Ofen zurück, um diese zweite Emaillage zum Schmelzen zu bringen, kühlt wieder ab, wäscht und bringt endlich noch eine dritte Lage an, wo dann der weiße Grund die erforderliche Stärke besitzt. Zeigen sich auf der Oberfläche des Emails Risse, so werden sie mittelst des Grabstichels rinnenförmig erweitert, mit Emailpulver angefüllt, und dieses in der Muffel eingeschmolzen. Da die Oberfläche des Emails fast jederzeit kleine Unebenheiten, Runzeln u. dgl. Fehler zeigt, so wird sie, zumal auf den größeren ebenen Flächen, mit einem nassen Sandsteine abgeschliffen und hierauf wieder in den Ofen gebracht, damit die Oberfläche durch anfängliche Schmelzung die nöthige Glätte wiedererlangt.

Nunmehr folgt die Anbringung von Malereien. Die oben beschriebenen Emailfarben werden in einem Achatmörser pulverisirt, auf einem eben solchen Reibsteine mit Lavendelöl fein gerieben und in einem flachen Schälchen, das man mit einer Glasplatte oder mit Musselin leicht überdeckt, in die Sonne gestellt, damit die Farbe eine gewisse zähe Beschaffenheit annimmt, wie sie zum Malen am bequemsten ist. Die Hauptaufgabe besteht bei der Zubereitung der Farben darin, sie aufs allerfeinste zu reiben. Ein halbes Loth Farbe kann einen Arbeiter wohl einen ganzen Tag beschäftigen, bevor es den nöthigen Grad von Feinheit erlangt. Ist die Malerei mit dem Pinsel fertig ausgeführt, so wird das Stück in einem geheizten Trockenraum getrocknet, und endlich werden in der Muffel die Farben eingebrannt.

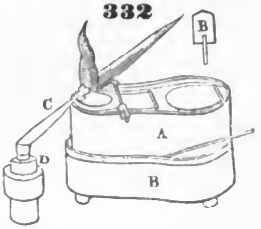
Glasblasen vor der Lampe. Diese sehr nette, und selbst nicht nutzlose Kunst steht zwar mit dem eigentlichen Emailliren in sehr entferntem Zusammenhang, wird indessen im Englischen sowohl, wie auch im Französischen Emailliren genannt, und ist daher anhangsweise in dem vorliegenden Artikel mit abgehandelt. Es ist dies eine sehr unterhaltende und für den ausübenden Chemiker fast unentbehrliche Kunst, die inzwischen, um zu genügenden Resultaten zu führen, einen nicht geringen Grad von Uebung voraussetzt.

Das Hauptmaterial zum Glasblasen besteht in Glasröhren und Glasstäbchen von verschiedener Weite, Glasstärke und Farbe. Ein leicht schmelzbares Glas trägt zur Erleichterung der Arbeit sehr viel bei.

331



332



Die Einrichtung eines Glasblasetisches, an welchem vier Arbeiter zu gleicher Zeit arbeiten können, ersieht man aus Fig. 331. Unter ihm befindet sich ein doppelter Blasbalg D, der von einem der Arbeiter durch

einen Fußtritt in Bewegung gesetzt wird. Von dem Balge geht eine Röhre aus, die sich oben in vier Theile theilt, deren jeder nach einer der Blaselampen A, A, A, A hinführt, und sich in ein gebogenes, in eine ziemlich feine Oeffnung auslaufendes Glasrohr C, Fig. 332, endigt. Die Lampe A, Fig. 332, wird aus dünnem Kupfer- oder Weißblech angefertigt, ist gewöhnlich oval und oben ganz offen, oder mit einem Deckel versehen. Sie enthält an der Vorderseite einen etwa 1½ Zoll dicken runden Docht, und wird mit Oel oder Talg gefüllt; sie steht entweder unmittelbar auf dem Blasetisch, oder auf einem beckenförmigen Untersatz B. Ganz feine Gegenstände lassen sich am besten Abends, oder in einem vor dem hellen Tageslichte geschützten Lokale ausführen, weil es bei zu starker Hellung schwierig ist, die Flamme genau zu beobachten.

Als eine sehr wesentliche Verbesserung in der Glasbläserei ist die von Peclet angegebene Emaillirlampe noch zu erwähnen. Sie besteht in einem zylindrischen, oben offenen, etwa 2 Zoll weiten Gefäß, welches durch eine Röhre mit einem Oelbehälter mit Flasche in Verbindung steht, und dadurch stets bis nahe an den Rand mit Oel gefüllt erhalten wird. In diesem Zylinder ist ein sehr dicker hohler Docht auf gewöhnliche Art auf und ab verschiebbar angebracht. In der Linie der Achse dieses Dochtes tritt das mit dem Blasebalg kommunizirende Blaserohr durch den unteren Boden des Zylinders in ihn ein, und reicht bis zu einer gewissen Höhe, die nach Erforderniß abgeändert werden kann, innerhalb des hohlen Dochtes hinauf. Um die Mündung des Blaserohrs, die jedenfalls tiefer liegt, als das Niveau des Oeles in dem Zylinder, frei zu halten und vor dem Einfließen von Oel zu schützen, ist das Blaserohr von einer auf dem Boden des Zylinders festgelötheten hohlen Kapsel umgeben, deren äußerer Durchmesser dem inneren Durchmesser des hohlen Dochtes gleich ist, und die ein wenig über das Niveau des Oeles hinaufreicht. Diese Kapsel, um die sich der Docht anschließt, erfüllt also den doppelten Zweck, das Blasrohr aus dem Bereich des Oeles zu bringen, und zugleich dem Docht zur vertikalen Führung zu dienen. Das Eigenthümliche dieser Lampe besteht in der Art, wie sich die Flamme des großen hohlen Dochtes zu einem einzigen vertikal aufsteigenden Flammenkegel vereinigt. Der aus dem Blasrohr vertikal sich erhebende Luftstrom nämlich reißt die zunächst liegenden Luftschichten in Folge der Adhäsion mit sich fort, und bewirkt so einen sehr lebhaften Luftzug, der von allen Seiten zu dem inneren Strom der Gebläseluft hineilt, um mit ihm in die Höhe zu steigen. Diesem äußeren Luftzug folgt nun auch die Flamme. Man sieht daher die Dochtflamme von allen Seiten nach der Mitte zu sich schräg herabziehen, um von hieraus in Gestalt eines sehr schönen, reinen, zwar wenig leuchtenden, dafür aber um so heißeren Flammenkegels vertikal aufzusteigen. Der Vorzug dieser Lampe gegen die bisher, und auch jetzt noch sehr allgemein übliche einfache Lampe besteht theils darin, daß sich die Flamme vertikal, und ziemlich hoch über die zylindrische, nur etwa 2 Zoll im Durchmesser haltende Lampe erhebt, und daher dem Glasbläser gestattet, das Arbeitsstück in allen Richtungen zu wenden und weit bequemer zu manipuliren, als dies bei der alten Lampe möglich ist, wo die Nähe der Flamme über der Lampe bei manchen Arbeiten hinderlich wird; theils und hauptsächlich in der Leichtigkeit, mit der sich eine reine, sehr heiße Flamme erzielen läßt. Beim Gebrauch der alten Lampe besteht eine große Schwierigkeit darin, den Docht stets in dem Zustande zu erhalten, und die Mündung der Blasröhre so zu richten, daß die Flamme die nöthige Kraft, Größe und Reinheit behält, eine Schwierigkeit, in welcher besonders der Grund zu suchen ist, daß es Anfängern im Glasblasen selten gelingt, die Arbeitsstücke bis zu der erforderlichen Weichheit zu erhitzen. Bei der Peclet'schen Lampe ist es, wenn der Docht nur irgend in gutem Zustande ist, fast unmöglich, eine schlechte Flamme zu bekommen. Die Peclet'sche Lampe eignet sich aus diesen Gründen besonders für Personen, die sich mit dem Glasblasen

Digitized by Google

mehr zur Unterhaltung abgeben, ohne es gerade als eigentliches Geschäft zu betreiben.

Die tausendfältigen Manipulationen näher zu beschreiben, würde ein ganz fruchtloses Beginnen sein; nur um eine allgemeine Idee von dem Verfahren zu geben, mag ein Beispiel in wenigen Worten dienen. Gesetzt es sollte ein Schwan gemacht werden: Der Künstler nimmt zu dem Ende eine Röhre von weißem Milchglas, schmilzt sie an dem einen Ende zu, macht sie hier weich und bläst sie zu einem länglich eiförmigen Fläschchen von der Gestalt des Körpers eines Schwanes auf, zieht sie demnächst zu einer dünnen Verlängerung aus und gibt dieser die schlanke Biegung des Halses. Durch schwaches Aufblasen wird nun der Kopf gebildet, demnächst mit etwas rothem Glase der Schnabel. Der Schwanz wird durch Anheften, Ausziehen und zweckmäßiges Umlegen von etwas Milchglas hervorgebracht, die Augen durch feine Tröpfchen farbigen Glases dargestellt, der Schnabel mittelst einer Schere geöffnet und auseinandergebogen; dann die Flügel und Beine angesetzt und diese letzteren mit Füßen versehen, u. s. w.

Größere Sachen sind keineswegs so leicht vor der Lampe zu blasen, wie kleinere, und hohle Körper von 5 bis 6 Zoll Durchmesser sind wohl das Maximum, weil die Flamme der Lampe nicht so groß ist, um größere Sachen gleichmäßig warm zu machen.

Emailfarben. Werden zu mehrfachen Arbeiten gebraucht und unterscheiden sich danach in eigentliche Emailfarben (s. den vorhergehenden Artikel), in Farben zur Porzellan-, zur Glas- und zur Malerei auf gewöhnlichem Steingut. Alle diese Zusammensetzungen stimmen wesentlich mit einander überein, indem sie leichtflüssige (mit viel Flußmittel versetzte) Emailgattungen sind.

Englisches Pflaster. (Court plaster.) Die Verfertigung desselben wird in England ziemlich im Großen betrieben, und zwar folgendermaßen: Man löst 1 Loth Benzoe in 12 Loth starkem Weingeist, und in einem anderen Gefäße 2 Loth Hausenblase in so wenig Wasser wie möglich, seihet beide Flüssigkeiten, mischt sie recht innig, und läßt sie zum Absetzen aller darin etwa suspendirten Theile eine Weile stehen, und gibt die klare Lösung ab, die beim Erkalten zu einer Gallerte erstarrt. Man spannt nun schwarzen, oder auch anders gefärbten Taffet in einem Rahmen aus, und trägt die vorher erwärmte Lösung in 10 oder 12 dünnen Anstrichen mit einer Bürste auf. Ist dieser Ueberzug fertig und trocken, so gibt man zuletzt noch einen Ueberzug mit einer Lösung von 8 Loth Cyprischem Terpentin in 12 Loth Benzoetinktur, um die allzugroße Sprödigkeit des Pflasters zu mildern.

Enthaarungsmittel (Depilatory, Dépilatoire). Substanzen, die, ohne sehr nachtheilig auf die Haut einzuwirken, die Haare von derselben hinwegnehmen. Sie wirken theils mechanisch, theils chemisch. Zu der ersten Klasse gehören besonders Pechpflaster, durch Zusammenschmelzen von Pech und Kolophonium und Aufstreichen auf Leder bereitet. Drückt man ein solches Pflaster in mäßig erwärmtem Zustande auf die zu enthaarende Stelle des Kopfes und reißt es nach dem Erkalten rasch herunter, so nimmt es die fest angeklebten Haare mit. Diese Methode ist zwar sehr schmerzhaft, aber weniger nachtheilig als andere chemische, die in der Anwendung kräftiger Lösungs- oder Aetzmittel bestehen, die bis zu den Haarwurzeln in die Haut eindringen und sie tödten. Man nimmt dazu theils ätzende Alkalien, Schwefelbarynm, oder verschiedene arsenikalische Präparate. Das orientalische Rusma steht hinsichtlich der enthaarenden Wirkung wohl oben an. Cadet de Gassicourt hat in dem Dictionnaire des sciences médicales die folgende Anweisung zur Bereitung desselben gegeben.

Man mische 4 Loth gebrannten Kalk mit 1 Loth Auripigment oder Realgar (Schwefelarsenik), koche dieses mit 1 Pfund starker Kalilauge,

Digitized by Google

und untersuche die Flüssigkeit auf ihre Stärke dadurch, daß man eine Feder in sie eintaucht, deren Fahne sich alsbald ablösen muß. Das Rusma hat dann die nöthige Stärke.

Um damit zu enthaaren, reibt man es rasch, aber vorsichtig in die Haut ein, und wäscht sogleich die Stelle mit warmem Wasser ab. Daß ein so gewaltsames und zugleich giftiges Aetzmittel nur mit größter Vorsicht in Anwendung gebracht werden darf, ist einleuchtend. Es ist daher auch zu rathen, das Rusma in verschiedenem Grade mit Wasser verdünnt zu probiren, und es so wenig stark wie möglich anzuwenden.

Durch Kochen von Rusma mit Talg erhält man eine ähnlich wirkende Seife; oder man rührt einen starken fertigen Seifenleim mit fertigem Rusma zusammen, und stellt so eine Enthaarungspomade dar.

Das oben gegebene quantitative Verhältniß der Ingredienzien kann nach Erforderniß abgeändert werden; auch pflegt man wohl die allzuheftige Wirkung dadurch in etwas zu mildern, daß man etwas Stärke oder Reismehl darin auflöst, wodurch das Ganze eine mehr salbenartige Konsistenz gewinnt. Streicht man etwas von dieser Salbe auf die zu enthaarende Stelle, läßt sie wenige Minuten darauf, und wäscht sie dann ab, so lösen sich die Haare von selbst, und lassen die Stelle völlig enthaart zurück. Man darf das Rusma zur Zeit nur auf kleine Stellen auftragen, die sich dann sorgfältiger behandeln lassen; denn die Wirkung erstreckt sich zwar zunächst auf die Haarwurzeln, bald aber auch auf die Haut selbst. Wollte man den ganzen Bart mit einem Male hinwegnehmen, so würde es kaum zu vermeiden sein, daß an einzelnen Stellen die Haut schon zerfressen würde, während an anderen das Mittel kaum auf die Haarwurzeln eingedrungen wäre.

Neuerlich hat Böttger in Frankfurt a. M. die Entdeckung gemacht, daß Schwefelkalzium ein sehr wirksames, unschädliches, zugleich wohlfeiles Enthaarungsmittel ist, welches in Gerbereien nützliche Anwendung finden kann. Man leitet in Kalkmilch Schwefelwasserstoffgas bis zur Sättigung, und trägt die Verbindung auf die Häute auf. Von Kalbfellen wird dadurch binnen 2 Stunden das Haar gelöset, ohne daß das Oberhäutchen eine nachtheilige Veränderung erleidet.

Erdharz, s. Asphalt.

Erze (Ores, Mines). Der Begriff von Erz ist etwas schwankend. Im Allgemeinen versteht man darunter solche Mineralkörper, die so reich an einem nutzbaren Metalle sind, daß man es durch Ausschmelzen oder Reduziren mit Vortheil daraus gewinnt. Die Erze enthalten die Metalle entweder im reguliniſchen Zustande, oder in chemischer Verbindung mit anderen Substanzen, die oft ihre Eigenschaften als Metalle so verdecken, daß der Nichtkenner schwerlich ein werthvolles Metall darin vermuthen sollte. Die am häufigsten vorkommenden Verbindungen der Metalle sind die mit Sauerstoff, also ihre Oxyde, und die mit Schwefel, seltener schon die Arsenikverbindungen. Die Oxyde wiederum sind entweder rein, oder mit Wasser, als Hydrate, oder mit Kohlensäure in Verbindung. Andere Metallsalze, so wie Phosphor-, Selen- und Chlorverbindungen sind schon so selten, daß sie den nutzbaren Erzen nicht zugezählt zu werden pflegen. Einige Metalle, so namentlich Gold und Platin, werden nur allein im reguliniſchen Zustande, wiewohl oft mit anderen Metallen legirt, angetroffen.

Ueber das Vorkommen der Erze in der Erdrinde und über ihre Gewinnung enthält der Artikel „Bergwerke“ das Nähere, während die allgemeinen Verfahrungsarten ihrer Aufbereitung und Verhüttung in dem Artikel „Metallurgie“ nachzusehen sind. Außerdem ist bei jedem einzelnen Metalle die Gewinnungsart im Großen ausführlich entwickelt, daher sich der vorliegende Artikel auf einige allgemeine Bemerkungen über das Reduziren der Metalle beschränken kann.

Digitized by Google

Zum Reduziren der Metalle aus ihren Oxyden dient allgemein Kohle, die sich, in der Glühhitze mit den Oxyden zusammengebracht, ihres Sauerstoffes bemächtigt, und sie dadurch in den metallischen Zustand zurückführt. Hiebei aber scheint die Kohle nicht unmittelbar das Reduktionsmittel zu sein, sondern vielmehr das aus ihrer Verbindung mit Sauerstoff entstehende Kohlenoxydgas. Wird nämlich ein Oxyd mit Kohle geglüht, so tritt ein kleiner Theil dieser letzteren mit dem Sauerstoffe der Luft, die sich in den Zwischenräumen der Kohle befindet, zu Kohlenoxyd zusammen. Dieses wiederum tritt mit dem Metalloxyd in Wechselwirkung und entzieht ihm die zu seiner Umwandlung in Kohlensäure nöthige Sauerstoffmenge. Die so entstandene Kohlensäure nimmt aus der glühenden Kohle Kohlenstoff auf, verwandelt sich dadurch in Kohlenoxyd, das wiederum eine frische Portion Oxyd reduzirt, dadurch in Kohlensäure übergeht, hierauf wieder in den Zustand des Kohlenoxydes zurückkehrt u. s. f., bis endlich die Reduktion des Metalles vollendet ist. Daß dieß in der That die Art ist, in welcher solche Reduktionen zu Stande kommen, ersieht man daraus, daß eine unmittelbare Berührung des Metalles mit der Kohle nicht nothwendig ist, wenn gleich der in Rede stehende Prozeß um so rascher und leichter von Statten geht, je inniger die Theilchen des Oxydes von Kohlentheilchen umgeben sind, je rascher also die abwechselnde Bildung von Kohlensäure und Kohlenoxyd fortschreitet.

Essenzen. Hierunter versteht man theils die verschiedenen ätherischen Oele, theils auch ihre Lösungen in Alkohol. S. Oele (ätherische).

Essig, s. Essigsäure.

Essigäther. (acetic ether.) Entsteht durch Destillation von 20 Th. krystallisirtem essigsauren Blei mit 10 Th. Alkohol und 11½ konzentrirter Schwefelsäure; oder 16 entwässertem Bleizucker, 5 Säure und 4½ absolutem Alkohol. Das übergehende Destillat wird in einer wohl gekühlten Vorlage aufgefangen, mit schwacher Kalilauge geschüttelt und darauf über Bittererde oder Kohlenpulver nochmals destillirt.

Es stellt eine wasserklare, sehr flüchtige Flüssigkeit von höchst angenehmem, erfrischendem Geruch und brennendem Geschmack dar. Spez. Gewicht bei 7° = 0,866. Es kocht bei 75° C, brennt mit gelblicher Flamme unter Verbreitung eines Geruches nach Essigsäure, und löst sich in etwa 8 Theilen Wasser, in Weingeist dagegen in jedem Verhältniß auf.

Man bedient sich desselben hie und da, um Franzbranntwein aus gewöhnlichem Kornbranntwein nachzumachen.

Essigbilder (Graduator). S. „Essigsäure."

Essiggeist, brenzlicher (Mesit, pyro-acetic-spirit, esprit pyro-acétique). Ist von Chenevix lange vor Entdeckung des brenzlichen Holzessiggeistes entdeckt und beschrieben. Man gewinnt ihn bei der trocknen Destillation von essigsaurem Kupfer, Blei und anderen essigsauren Salzen, besonders und in größter Menge in der zweiten Periode des Zersetzungsprozesses. Man fängt daher die gegen das Ende übergehenden Zersetzungsprodukte besonders auf, trennt die wässerige Flüssigkeit von dem empyreumatischen Oel und destillirt die erstere nochmals im Wasserbade. Das hiebei zuerst übergehende dünnflüssige Liquidum wird für sich aufgefangen und über kohlensaurem Kali oder Chlorkalzium nochmals überdestillirt. Da der auf diese Art selbst nach wiederholten Destillationen gewonnene brenzliche Essiggeist einen unangenehmen, empyreumatischen, etwas knoblauchartigen Geruch hartnäckig zurückhält, so setzt man bei der letzten Destillation ein wenig gutes Beinschwarz zu, wodurch dieser Geruch eggenommen wird.

Der brenzliche Essiggeist erscheint nach dieser Behandlung in Gestalt eines wasserklaren Liquidums von eigenthümlich aromatischem Geruch, und brennendem, etwas bitterlichem, nachher kühlendem Geschmack. Spez. Gew. = 0,7921 bei 15°. Er siedet bei 55° und gefriert noch

Digitized by Google

nicht bei einer Kälte von — 15°. In 100 Theilen besteht er aus 62,148 Kohlenstoff, 10,453 Wasserstoff und 27,329 Sauerstoff. Er ist sehr leicht entzündlich und brennt mit heller, nicht rußender Flamme. Er soll nach Ure von den Hutmachern zur Auflösung der Harze gebraucht werden, womit sie den Filz bei der Anfertigung wasserdichter Hüte imprägniren.

Essigsäure (Acetic acid, acide acétique). Bildet den wesentlichen Bestandtheil der verschiedenen Essigarten. Die Essigsäure kommt, wiewohl ziemlich selten, fertig gebildet in einigen Pflanzen vor; so z. B. in dem Safte von Sambucus nigra, phoenix dactylifera, und rhus typhinus; auch will man sie in dem Schweiß, Harn, der Milch und in dem Magensaft der Thiere angetroffen haben. Sehr häufig dagegen entsteht sie durch einen Entmischungsprozeß, dem die meisten Pflanzensäfte, besonders aber weingeisthaltige Flüssigkeiten unterliegen, und den man mit dem allgemeinen Namen Essiggährung oder saure Gährung belegt; so wie bei der trocknen Destillation der meisten vegetabilischen Substanzen.

Man kann die verschiedenen Essigarten in vier Abtheilungen bringen, die sich inzwischen nur in der verschiedenen Bereitungsart, und den hiedurch hineingebrachten Nebenbestandtheilen unterscheiden, wodurch der Essig allerdings einen sehr verschiedenen Geschmack gewinnen kann. Das saure Prinzip, die Essigsäure, ist in Allen dasselbe. Man unterscheidet 1. Weinessig, 2. Malz- oder Biereſſig, 3. Zuckeressig, 4. Holzessig. Bei den ersteren dreien beruht die Essigbildung auf der sauren Gährung einer Flüssigkeit, die entweder bereits Weingeist enthält, oder in welcher sich doch derselbe während der Essiggährung gleichzeitig erzeugt, um sofort wieder in Essigsäure überzugehen. Der Prozeß besteht im Allgemeinen in einer Oxydation des Alkohols auf Kosten des atmosphärischen Sauerstoffes, geht aber nur unter gewissen Bedingungen, wie z. B. bei einer angemessenen Temperatur, einer bestimmten Verdünnung der Flüssigkeit, und bei Gegenwart eines, die saure Gährung einleitenden Stoffes von Statten.

Eine sehr interessante Methode, die Umwandlung des Alkohols in Essig zu veranlassen und genau beobachten zu können, die selbst eine Ausführung im Großen gestattet, ist die Folgende:

Wenn Alkoholdampf mit atmosphärischer Luft gemischt mit Platinschwarz (durch Zusammenbringen und Erhitzen von Chlorplatin, Kalilauge und Alkohol bereitet, s. „Platin") in Berührung kommt, so oxydirt sich der Alkohol sehr schnell zu Essigsäure. Man nimmt mehrere flache Glas- oder Porzellan-Schälchen und stellt sie auf einem kleinen Gerüste theils neben, theils in einiger Entfernung über einander auf. In jedes Schälchen gibt man etwas Alkohol und befestigt in geringer Entfernung darüber ein flaches Uhrglas, auf welchem man eine dünne Schicht feuchtes Platinschwarz ausbreitet. Das Ganze wird mit einer Glasglocke überdeckt.

Den ganzen Apparat überläßt man an einem recht hellen Orte, am besten im Sonnenschein und bei einer Temperatur von 20 bis 24° C sich selbst. Um die Verdampfung des Alkohols zu beschleunigen, kann man unter jedem Uhrgläschen ein Stück Löschpapier aufhängen, das in den Alkohol des darunter befindlichen Schälchens eintaucht. Schon nach Verlauf weniger Minuten tritt eine sehr interessante Erscheinung ein. Das Platin nämlich erhitzt sich durch den in seinen Poren vor sich gehenden Oxydations-Prozeß, es entwickeln sich sichtbare Dämpfe von Essigsäure, die sich an der Wand der Glasglocke verdichten und in Streifen herabfließen. Hat man daher die ganze Glasglocke in eine große flache Schale eingestellt, so sammelt sich in dieser die gebildete Essigsäure an. Der Prozeß geht so lange fort, bis der Sauerstoffgehalt der Luft verbraucht ist. Man darf jetzt nur die Glocke auf kurze Zeit lüften, um den Prozeß wieder in Gang zu bringen. Mit einem Apparat von 12 Kubikfuß Inhalt, und 14 bis 16 Loth Platinschwarz kann man in einem Tage 1 Pfund Alkohol in sehr reine Essigsäure umwandeln,

Digitized by Google

die zu allen Zwecken völlig brauchbar ist. Ein Vorrath von 20 bis 30 Pfund Platin, das hierbei durchaus keine Veränderung erleidet, und wovon daher nichts verloren geht, reicht hin, um täglich 300 Pfund schlechten Weingeist in reinen Essig umzuändern.

Wenn gleich in England der hohen Besteuerung des Branntweins wegen diese, so wie alle anderen Methoden, Essig aus fertigem Branntwein darzustellen, nicht mit ökonomischem Vortheil ausgeübt werden können, und der auf die oben beschriebene Art dargestellte Essig für die Zwecke des gemeinen Lebens weniger geeignet ist, in so fern ein jeder aus reiner Essigsäure und Wasser bestehende Essig eben seiner Reinheit wegen brennender, und nicht so mild und angenehm schmeckt, als der gewöhnliche Essig, dessen Gehalt an extraktiven schleimigen Theilen die zu große Schärfe der reinen Essigsäure überdeckt, so kann doch die elegante und instruktive Methode der Essigbereitung aus Alkohol mittelst Platinschwarz als einer der größten Triumphe der Chemie angesehen werden, die hier einen so geheimnißvollen Entmischungsprozeß in einfachster, bequem zu beobachtender Form unseren Augen enthüllt. Der hierbei Statt findende Prozeß ist folgender:

Alkohol besteht in 574,88 Theilen aus

4	Atomen	Kohlenstoff	= 300,00,
12	„	Wasserstoff	= 74,88,
2	„	Sauerstoff	= 200,00,
			574,88.

Bei seiner Umwandlung in Essigsäure nimmt er 4 Atome Sauerstoff = 400 Theile auf. Man hat also nun

4	Atome	Kohlenstoff,
12	„	Wasserstoff,
6	„	Sauerstoff.

Von diesen treten 6 At. Wasserstoff mit 3 At. Sauerstoff zu Wasser zusammen, es bleibt also noch eine Verbindung von 4 At. Kohlenstoff, 6 At. Wasserstoff und 3 At. Sauerstoff; d. i. 1 At. Essigsäure; so daß also 1 At. Alkohol = 574,88, durch Aufnahme von 4 At. = 400 Sauerstoff, in 3 At. = 337,44 Wasser und 1 At. = 637,44 Essigsäure übergeht.

Der Prozeß ist inzwischen nicht ganz so einfach, wie er den hier gegebenen Endresultaten nach erscheint. Es entsteht nämlich zuerst eine andere Verbindung, das Aldehyd, und aus diesem die Essigsäure. Der Vorgang ist daher streng genommen der folgende: 1 Atom Alkohol, bestehend aus 4 Kohlenst., 12 Wasserst. und 6 Sauerstoff, zieht zuvörderst 2 At. Sauerstoff an, welche mit 4 At. Wasserstoff zu Wasser zusammentreten. Der hierdurch zweier Wasserstoffatome beraubte Alkohol verwandelt sich dadurch in Aldehyd (Alcohol dehydrogenatus), bestehend aus 4 At. Kohlenst., 8 At. Wasserst. und 2 Sauerstoff. Dieser Aldehyd zieht noch fernere 2 At. Sauerstoff aus der Luft an. Man hat also 4 At. Kohlenst., 8 At. Wasserst. und 4 At. Sauerstoff. Von diesen verbinden sich 2 At. Wasserstoff mit 1 At. Sauerstoff zu 1 At. Wasser und es bleibt also 1 At. Essigsäure (4 At. Kohlenst., 6 At. Wasserst. und 3 At. Sauerst.). Das Endresultat ist daher ganz so, wie es vorhin angegeben wurde, d. h. 1 At. Alkohol geht durch Aufnahme von 4 At. Sauerstoff in 1 At. Essigsäure und 3 At. Wasser über, oder 100 Gewichtstheile Alkohol liefern mit 69,6 Sauerstoff, 111,2 Essigsäure und 58,4 Wasser.

Wenn daher bei der eigentlichen Essiggährung, wie in dem Artikel „Gährung" nachzusehen ist, ebenfalls Alkohol durch Anziehen von atmosphärischem Sauerstoff unter Vermittlung eines sauren Fermentes in Essigsäure übergeht, so ist gewiß aller Grund zu der Annahme vorhanden, daß hier ein ganz ähnlicher Vorgang Statt findet, nur daß das saure Ferment die Rolle des Platinschwarzes übernimmt. Die Art und Weise aber, in welcher das saure Ferment die Entmischung des Alkohols bedingt, scheint von der beim Platinschwarz abzuweichen. Bei diesem

Digitized by Google

letzteren erklärt sich die Oxydation des Alkoholdampfes in Berührung mit Sauerstoff genügend durch die Verdichtung dieser gasförmigen Körper an der Oberfläche des Platins, wie sie ja auch beim reinen Wasserstoffgase eintritt. Ohne die Vorsicht, das Platinschwarz, bevor man es den Alkoholdämpfen exponirt, anzufeuchten, steigt die Erhitzung, zumal wenn die Alkoholdämpfe rasch zugeführt werden, selbst bis zum Glühen. Daß aber das saure Ferment, das von der gährenden Flüssigkeit umhüllt, ja zum Theil in ihr aufgelöst ist, in ähnlicher Art durch mechanische Verdichtung von Gasarten in seinen Poren wirksam sein sollte, ist nicht mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen.

Als saures Ferment können verschiedene Substanzen in Anwendung gebracht werden, besonders Essigmutter, ein hefenartiger Stoff, der während der Essiggährung entsteht, ferner Bierhefe, Weintrestern, selbst Brot und andere dem Sauerwerden unterliegende vegetabilische Substanzen, vorzüglich Essig selbst.

Daß weingeistige Flüssigkeiten, z. B. schwacher Branntwein, Wein, Bier u. a. in wohlverschlossenen Gefäßen Jahre lang aufbewahrt werden können, ohne sauer zu werden, selbst wenn ihnen noch Hefe beigemengt ist, ist eine bekannte Thatsache; nicht minder, daß die meisten dieser Flüssigkeiten, mit Ausnahme von reinem Branntwein, dem Zutritt der Atmosphäre dargeboten, zumal an einem warmen Orte, bald einen sauren Geschmack annehmen und sich in Essig umwandeln. Reiner Branntwein thut dieß nicht, und hält sich in offenen Flaschen Wochen und Monate lang, ohne im Geringsten sauer zu werden. Setzt man ihm irgend ein saures Ferment zu, verschließt aber die ganz gefüllte Flasche sogleich, und bewahrt sie auf, so tritt ebenfalls keine Säuerung ein. Bleibt aber etwas Luft in der Flasche, oder läßt man sie ganz offen stehen, so stellt sich nach einiger Zeit ein saurer Geschmack ein, und der Alkohol verwandelt sich, vorausgesetzt, daß er die zu seiner Oxydation erforderliche Sauerstoffmenge vorfindet, vollständig in Essigsäure. Der Unterschied in dem Verhalten des reinen Branntweins von dem der anderen, oben genannten Flüssigkeiten, liegt nun eben darin, daß die letzteren das nöthige saure Ferment theils schon enthalten, theils doch zu erzeugen im Stande sind, was bei dem reinen Alkohol oder Branntwein nicht der Fall ist.

Untersucht man die Luft einer Flasche, die verkorkt, aber mit Bierwürze oder einer anderen leicht säuernden Flüssigkeit nur halbgefüllt einige Zeit aufbewahrt ist, so findet man sie nur aus Stickstoffgas und ein wenig Kohlensäuregas bestehend. Der Sauerstoffgehalt ist verschwunden.

Da die Absorbtion des Sauerstoffgases nur an der Oberfläche der Flüssigkeit möglich ist, so ersieht man leicht, wie wichtig es für die Essigbereitung sein müsse, die Flüssigkeit in einer möglichst großen Fläche dem Zutritt der atmosphärischen Luft darzubieten. Hierauf beruhet die deutsche Schnellessigfabrikation, von welcher weiter unten gehandelt werden soll.

Auch die Temperatur übt einen wichtigen Einfluß auf die saure Gährung. In der Kälte, d. h. so lange die Flüssigkeit nur wenige Grade über dem Gefrierpunkt zeigt, schreitet die Essigbildung sehr langsam fort, so wie sich aber die Wärme auf 15 bis 20° oder noch darüber erhöhet, tritt auch vermehrte Lebhaftigkeit in den Gährungserscheinungen hervor. Es scheint sogar, daß Alkoholdämpfe ohne alles Ferment mit atmosphärischer Luft bei erhöhter Temperatur in Kontakt gebracht, allmälig in Essigsäure übergehen, denn man hat beim Rektifiziren von Branntwein in einer Blase mit sehr weitem Helm und Kühlapparat, in welchem die Dämpfe mit atmosphärischer Luft in Berührung traten, beobachtet, daß das Destillat eine saure Beschaffenheit annahm.

Wird eine geistige Flüssigkeit, als Wein, Bier u. dgl. nebst dem nöthigen sauren Ferment bei 18 bis 20° an der Luft stehen gelassen, so beginnt sie nach einiger Zeit sich zu trüben. Man erblickt schleimig-fase-

Digitized by Google

rige Theile, die überall in der Flüssigkeit umherschwimmen und sich allmälig an der Oberfläche zu einem schaumigen Schleim ansammeln. Hat sich dieser Schaum zu einem gewissen Punkte vermehrt, und einige Konsistenz gewonnen, so senkt er sich auf den Boden des Gefäßes herab und stellt so die Essigmutter dar, nach ihrer Fähigkeit, mit neuen Portionen der geistigen Flüssigkeit Essig zu erzeugen, so genannt. Während dieses Prozesses steigt die Temperatur noch um einige Grade über die der umgebenden Luft, und es entwickelt sich ein eigenthümlich aromatischer Geruch.

Ist endlich sämmtlicher Alkohol in Essig übergegangen, so tritt Ruhe ein. Die Temperatur sinkt auf die der äußern Luft herab, die Flüssigkeit klärt sich, und stellt in diesem Zustand den gewöhnlichen Essig dar.

Der Unterschied der verschiedenen Essigarten liegt, wie schon erwähnt, nur in den Nebenbestandtheilen. So z. B. unterscheidet sich Weinessig von anderen Essigarten, abgesehen von dem etwas verschiedenen Geschmack, durch einen Gehalt an Weinstein, der theils durch Abdampfen und Krystallisiren, theils durch Einäschern des zur Trockne gebrachten Rückstandes, wobei eine, kohlensaures Kali haltende Asche zurückbleibt, erkannt werden kann.

Bier- oder überhaupt Getreideessig enthält ein wenig phosphorsauren Kalk und phosphorsaure Bittererde, die durch Abdampfen und Einäschern des Rückstandes, nach den Methoden der analytischen Chemie, in der Asche nachgewiesen werden können.

Nach diesen allgemeinen Vorbemerkungen wenden wir uns jetzt zu der Bereitung der einzelnen Essigarten.

1. Weinessig. Ein wesentliches Erforderniß einer guten geregelten Essigfabrikation ist ein geeignetes Lokal, in welchem die Weine bei möglichst gleicher Temperatur und unter dem gehörigen Luftwechsel der Essiggährung überlassen werden können. Der Gährungsraum muß daher zum Heizen eingerichtet sein. Am besten und gleichförmigsten geschieht dieß, wie bei den Treibhäusern, entweder durch gemauerte Rauchkanäle, die durch einen, außerhalb des Gährungsraumes gelegenen Ofen geheizt werden, oder mittelst der Heißwasserheizung, wo man heißes Wasser durch ein Röhrensystem, das unten an den Wänden des Raumes fortläuft, zirkuliren läßt. Die gemauerten Rauchkanäle müssen im Lichten 10 bis 12 Zoll Breite und 15 Zoll Tiefe haben, damit sie der inneren und äußeren Luft eine hinreichende Oberfläche darbieten, und sich nicht zu schnell mit Ruß verstopfen. Niedrige Räume sind zweckmäßiger als hohe; dabei müssen sie recht dicke Mauern haben, die der Wärme halber äußerlich und innerlich mit Brettern beschlagen werden können. Sollte kein anderes, als ein hohes Lokal zur Disposition stehen, so ist es zweckmäßig, die Säurefässer auf Gerüsten, in der Nähe der Decke aufzustellen, um die Wärme möglichst zu benutzen. In einigen Essigfabriken findet man die Säurefässer in verschiedenen Höhen angebracht. Die Oberen wirken dann jederzeit schneller als die Unteren.

In größter Ausdehnung wird die Weinessigfabrikation in Orleans betrieben. Die Gährungslokale sind entweder par terre oder in einem oberen Stockwerk, jedenfalls aber nach der Südseite gelegen, und dem Sonnenschein möglichst exponirt. Die Behälter zur Aufnahme des Weines sind Fässer, früher gewöhnlich von 460 Litres Inhalt, gegenwärtig aber nur etwa halb so groß, also von etwa 200 Quart. Man nennt sie „Mutterfässer." Man hat nämlich, in völliger Uebereinstimmung mit der Theorie, bemerkt, daß der Wein in kleineren Gefäßen schneller sauer wird, als in größeren, indem er in einem kleineren Gefäß eine verhältnißmäßig größere Oberfläche der Luft darbietet. Man stellte sie früher auf sehr starke Gerüste in 3 Reihen über einander auf; gegenwärtig aber macht man 4 Reihen, die auf leichten, durch vertikale Sänder unterstützten Balkenlagen ruhen. Die Fässer liegen horizontal dicht

Digitized by Google

neben einander und haben an der oberen Seite des vorderen Bodens zwei Löcher, deren eines, das Auge, 2 Zoll im Durchmesser hat, und zum Einbringen des Weines, so wie zum Abziehen des Essigs dient, während das andere viel kleinere nur als Luftzug fungirt, um beim Eingießen des Weines in das erstere, wobei der Trichter die Oeffnung ganz ausfüllt, die Luft aus dem Fasse entweichen zu lassen.

Soll ein neues Faß zuerst in Gang gesetzt werden, so füllt man es zu ⅓ mit allerbestem Essig, der nur als Mutter für die fernere Essigbildung in dem Fasse dient, insofern der zu verarbeitende Wein allmälig in einzelnen kleinen Portionen zugesetzt, und eben so in bestimmten Zwischenräumen kleine Portionen von dem Essig wieder abgezogen werden. Nach dem gewöhnlichen Verfahren gibt man zu dem Mutteressig, der das Faß zu ⅓ füllt, und 77 Litres oder 67 Quart beträgt, etwa 9 Quart rothen oder weißen Wein; acht Tage später nochmals 9 Quart, und so fährt man mit dem Auffüllen von Wein regelmäßig fort. Dagegen werden alle 4 Wochen 36 Quart Essig abgezogen, so daß die Säurefässer stets mindestens zu ⅓ gefüllt bleiben. Mit der Zeit aber sammelt sich auf dem Boden der Fässer eine solche Menge Weinstein und saure Hefe, daß der Inhalt beträchtlich vermindert wird; wo man denn gezwungen ist, sie ganz auszuleeren und zu reinigen. Dieß wird etwa alle 10 Jahre einmal vorgenommen. Die Fässer selbst aber können, wenn sie aus gesundem Holze gearbeitet sind und gut im Stande gehalten werden, wohl 25 Jahre dauern.

Wenn im Vorhergehenden gesagt wurde, daß das Auffüllen und Abziehen alle 8 Tage und 4 Wochen vorgenommen werde, so ist dabei vorausgesetzt, daß die Gährung kräftig und regelmäßig fortschreite. Mitunter aber treten Umstände ein, die sich kaum erklären lassen, die aber von großem Einfluß auf den Prozeß sein können, daher es denn nöthig ist, vor jedesmaligem Abziehen der 36 Quart Essig zu untersuchen, ob die letzten Antheile Wein auch der Gährung unterlegen haben. Dieß geschieht folgendermaßen. Man taucht ein weißes Stäbchen in den Essig und zieht es in horizontaler Richtung heraus; findet man es jetzt mit einem dicken weißen Schaum (le travail) bedeckt, so ist die Gährung beendigt, erscheint dagegen der Schaum von röthlich grauer Farbe, so betrachtet man dieß als ein Zeichen einer noch unvollendeten Gährung, und muß durch stärkeres Heizen des Lokals die Gährung zu befördern suchen. Zu den fast unerklärlichen Erscheinungen gehört die, daß, obgleich alle Fässer zu gleicher Zeit mit demselben Wein aufgefüllt wurden, doch oft einzelne darunter sind, in denen die Gährung nicht so rasch fortschreitet, als in den anderen, ja wohl gar ganz aufhört. Man hat diese sonderbare Erscheinung wohl elektrischen Verhältnissen zugeschrieben, was aber, da sämmtliche Fässer denselben Verhältnissen unterliegen, nicht anzunehmen ist. Auch die geschicktesten Essigfabrikanten sind oft so gänzlich außer Stande, die Gährung in einem trägen Mutterfasse wieder anzufeuern, daß sie zu dem einzigen Radikalmittel ihre Zuflucht nehmen, das Faß nämlich gänzlich auszuleeren, und es mit neuem guten Essig wieder zu füllen, wo es denn gewöhnlich wieder in guten Gang geräth.

Man findet in vielen chemischen Werken die Behauptung aufgestellt, daß die Temperatur des Gährungsraumes nicht über 18° R. steigen dürfe, oder daß doch bei höheren Wärmegraden der Essig weniger gut ausfalle. In den Essigfabriken in Orleans wird aber die Wärme gewöhnlich auf 24 bis 25° R. erhalten, wodurch die Gährung beschleunigt und ein eben so starker und guter Essig erzielt wird, als bei niedrigerer Temperatur. Ja die Gährung geht in den, nahe unter der Decke des Gährungslokals befindlichen Fässern, die doch die größte Wärme bekommen, am schnellsten und besten von Statten. Zum Heizen dienen in Orleans gußeiserne Oefen, die mit Holz geheizt werden.

Digitized by Google

Der Wein wird, bevor man ihn auf die Mutterfässer füllt, dadurch geklärt, daß man ihn auf ein großes, wohl 12 bis 15 Orhoft haltendes Faß bringt, das man mit Buchen-Hobelspänen, die fest eingedrückt werden, anfüllt. Alle trüben, hefigen Theile schlagen sich hier auf die Späne nieder, und der Wein kann nach einigem Verweilen in dem Fasse völlig klar abgezogen werden. Es kommt inzwischen wohl der Fall vor, daß der Essig auch von völlig geklärtem Weine einer nachträglichen Klärung bedarf, besonders wenn der verwendete Wein etwas schwach war. Diese Klärung wird in einem ganz ähnlichen großen Fasse mit Spänen bewirkt, und gewährt noch den Vortheil, daß dabei der Essig aus vielen Mutterfässern gemischt, mithin ein gleichförmigeres Produkt erzielt wird, als man sonst erhalten würde.

2. Malz- oder Bieressig. Von dieser Art ist fast aller Essig, der in England fabrizirt wird. Das Gerstenmalzschrot wird bei 71° mit Wasser eingemaischt. Ist dieses abgezogen, so wird zum zweitenmale mit etwas heißerem, und endlich noch mit kochendem Wasser extrahirt, um alle löslichen Theile auszuziehen. Ist die Temperatur der Flüssigkeit auf 24° herabgebracht, so gibt man Bierhefe hinzu, und rührt alles genau durch. Nach Verlauf von 36 oder 40 Stunden, je nachdem das Lokal mehr oder weniger warm, und die Gährung mehr oder weniger weit vorgeschritten ist, füllt man die Maische auf die Säurefässer, die in dem Gährungslokale der Essigbrennerei liegen. Die Temperatur muß hier, im Sommer durch die Sonnenwärme, im Winter durch Ofenheizung auf mindestens 21° C erhalten werden. Die Spundlöcher der Fässer bleiben stets offen, auch dürfen diese nicht ganz gefüllt werden, damit die Maische in einer möglichst großen Fläche mit der Luft in Berührung kommt. Wahrscheinlich würde es für den Gang der Gährung von Nutzen sein, wenn man außer dem Spundloche noch in jedem Boden der Fässer an der zu oberst liegenden Seite Luftlöcher anbrächte, um einen rascheren Luftwechsel hervorzurufen. Bei der gewöhnlichen Einrichtung der Säurefässer sind drei Monate nöthig, bevor der Essig zum Verkaufe fertig ist.

Bei der Bereitung von Essig im Kleinen zum häuslichen Bedarf stellt man die Fässer gewöhnlich aufrecht und versieht sie oft mit einem doppelten durchlöcherten Boden, der etwa 1 Fuß über dem unteren entfernt sein kann. Auf diesem Boden wird eine Lage von ausgepreßten Johannisbeeren, Stachelbeeren und anderen dergleichen Früchten, die in England zur Bereitung von Weinen gebraucht werden, ausgebreitet. Man gibt nun die Malzinfusion nebst einer Portion Hefe hinein, worauf dann zuerst die Weingährung eintritt und sich die Flüssigkeit merklich erwärmt. Nach etwa 24 Stunden bringt man die Flüssigkeit auf ein anderes ähnliches Faß, läßt sie darin einige Zeit stehen, zieht sie abermals auf ein anderes Faß, und wiederholt dieses Umfüllen noch einige Male, worauf man die Gährung ruhig zu Ende gehen läßt. Daß auch hier ein gehörig warmes Lokal ausgesucht werden muß, versteht sich von selbst.

Durch einen kleinen Zusatz von Weinstein soll der Malzessig dem Weinessig näher kommen. Man klärt ihn, nach Ure's Angabe, mit Hausenblase, und setzt, um ihn zu verstärken, oft etwas Schwefelsäure zu, eine Verfälschung, die, wenn auch nicht gerade giftig, doch jedenfalls der Gesundheit nicht zuträglich sein kann.

3. Zuckeressig. Um diesen zu bereiten, kann man 10 Pfund Zucker nebst 6 Pfd. Weinstein in 158 Quart Wasser auflösen, die Lösung in ein Säurefaß füllen, und, wenn sie bis zu etwa 24° abgekühlt ist, 4 Quart Bierhefe zusetzen. Man rührt Alles wohl zusammen und läßt es, leicht bedeckt, 6 bis 8 Tage lang stehen, wo dann die Weingährung gewöhnlich zu Ende ist. Hat sich die Flüssigkeit geklärt, so zieht man sie entweder auf ein gewöhnliches Säurefaß, oder unterwirft sie dem

Digitized by Google

sogleich zu beschreibenden Prozeß der Schnellessigfabrikation. In dem ersteren Falle setzt man einige Zeit vor dem Abziehen des Essigs 12 Quart starken Branntwein, und 15 Quart guten Essig hinzu, und läßt damit die Gährung zu Ende gehen. Eine andere, etwas einfachere Art, Zuckeressig zu bereiten, ist die folgende. Man löst Zucker in heißem Wasser in dem Verhältniß von 1 Theil Zucker auf 9 Theile Wasser, läßt die Lösung auf 24° abkühlen, und setzt 4 Prozent (dem Maße nach) Hefe zu. Ist nach Verlauf von 2 oder 3 Tagen die Gährung in gehörigem Gange, so zieht man die Flüssigkeit so klar wie möglich ab, setzt auf jede 10 Pfd. Wasser, 2 Loth Weinstein und 2 Loth zerquetschte Rosinen hinzu und überläßt das Ganze auf gewöhnliche Weise der saueren Gährung. Zuletzt klärt man ihn mit Buchenhobelspänen und zieht ihn auf Flaschen, die wohl verkorkt aufbewahrt werden müssen.

Die Schnellessigfabrikation ist zuerst in Deutschland aufgekommen, und bezweckt, die Essigbildung, die sonst mehre Monate dauern kann, in zwei oder drei Tagen, ja selbst in noch kürzerer Zeit, zu beendigen. Diese Erfindung beruht lediglich darauf, die zu säuernde Flüssigkeit in einer sehr dünnen, zugleich aber außerordentlich großen Schichte in Berührung mit saurem Ferment dem Zutritt der atmosphärischen Luft darzubieten. Die hiezu dienenden Apparate (Essigbilder, Graduator) sind eichene, nach unten wenig verjüngt zulaufende Bottige oder Fässer, von 6 bis 7 Fuß Höhe und etwa 3 Fuß Durchmesser. Etwa ½ Fuß unter dem oberen Rande ist im Innern ein starker eichener Reif befestigt, auf dem ein gut passender Boden, der im übrigen keine weitere Befestigung erhält, aufgelegt wird. Dieser Boden ist wie ein Sieb, mit kleinen, 1 bis 2 Linien weiten, und etwa 1½ Zoll von einander abstehenden Löchern durchbohrt, durch deren jedes ein etwa 6 Zoll langer baumwollener Docht hindurchreicht. Um das Hindurchfallen dieser Dochte zu hindern, schlägt man in ihrem oberen Ende einen Knoten. Die Dochte müssen von der Dicke sein, daß sie die Flüssigkeit, die auf den oberen Boden gegossen wird, nur tropfenweise hindurchlassen. Der äußere Rand des Bodens muß mit Hanf, Baumwolle oder dgl. wasserdicht in das Faß eingepaßt sein. Der ganze untere Raum des Fasses bis nahe unter den durchlöcherten Boden ist mit Hobelspänen von Buchenholz angefüllt, so daß die Flüssigkeit in dem Maße, wie sie durch die Dochte hindurchdringt, auf die Späne herabtröpfelt, sich über die Oberfläche derselben ausbreitet, und so langsam bis auf den unteren Boden des Fasses herabfließt. Ist ein neuer Essigbilder in Gang zu setzen, so müssen die Späne, bevor sie eingebracht werden, eine Vorbereitung erfahren, die darin besteht, daß man sie zuerst mit Wasser auskocht, trocknet, und sie dann mit heißem Essig übergießt. Das auf solche Art mit Essig imprägnirte Buchenholz wirkt als ein sehr kräftiges Ferment zur Einleitung der sauren Gährung. Um nun einen beständigen mäßigen Luftzug durch den Apparat zu unterhalten, ist er etwa in der Höhe von 1 Fuß über dem unteren Boden mit acht Löchern durchbrochen, die ¾ Zoll im Durchmesser haben und nach der Innenseite zu ein wenig abwärts geneigt sind, so daß zwar die Luft frei einströmen, dagegen aber nichts von der Flüssigkeit ausfließen kann. Außer diesen acht unteren Löchern sind in dem oberen Siebboden vier größere Löcher in gleichen Entfernungen von einander und von dem Mittelpunkte des Bodens angebracht, die zum Abzuge der, theilweise ihres Sauerstoffes entledigten Luft dienen. Damit aber in diese Oeffnungen nichts von der Flüssigkeit einfließen könne, sind sie mit genau einpassenden, etwas über das Niveau der Flüssigkeit hervorragenden Glasröhren ausgekleidet.

Das Faß wird endlich noch mit einem frei aufliegenden Deckel bedeckt, der in der Mitte eine Oeffnung von 2½ Zoll Durchmesser hat, die theils zum Eingeben der Flüssigkeit, theils auch zum Abzug für die Luft dient.

Zur genauen Beobachtung der Temperatur dient ein Thermometer, dessen Kugel durch die Seitenwand des Fasses hindurchreicht. Die Flüs-

Digitized by Google

sigkeit sammelt sich im unteren Theile des Fasses an, und fließt von hier durch einen Heber ab, der von solcher Einrichtung ist, daß der Essig fast bis zum Niveau der unteren Luftlöcher in dem Fasse stehen bleibt, und nur der fernere Zufluß durch den Heber abläuft.

Die Essigbilder werden auf hölzernen Unterlagen etwa 1 Fuß bis 18 Zoll über der Sohle des Gährungslokals aufgestellt.

Das Verfahren selbst ist nun folgendes: Man heizt zuvörderst das Lokal auf 38 bis 43° C, oder bis zu dem Punkte, daß die Thermometer der Essigbilder mindestens 25° zeigen. Nun läßt man durch die obere Oeffnung eine, 62° warme Mischung von 8 Theilen Branntwein, 25 Theilen weichem Wasser, 15 Th. gutem Essig und eben so viel klarem Wein oder Bier so lange einfließen, bis der Siebboden 2 bis 3 Zoll hoch damit bedeckt ist. Der Rest wird später in dem Maße, wie die Flüssigkeit durch die Dochte abzieht, aufgegeben. Hat das ganze Flüssigkeitsquantum den Apparat einmal passirt, so ist es noch keineswegs vollständig gesäuert, sondern es ist nothwendig, es noch ein oder selbst zwei Male hindurchgehen zu lassen. Im Allgemeinen geht der Prozeß um so schwieriger und langsamer von Statten, je alkoholhaltiger die Flüssigkeit. Dafür wird freilich der Essig auch um so stärker. Um bei starkem Essig die Säuerung etwas zu beschleunigen, ist es zweckmäßig, nicht gleich anfänglich die ganze Menge Branntwein zuzumischen, sondern einen Theil zurückzulassen, der dann beim zweiten und dritten Aufgießen allmälig zugesetzt wird.

Ist nur die Arbeit erst einige Tage im Gange, so ist ein Zusatz von Essig zu dem verdünnten Branntwein nicht mehr nöthig, weil dann die Späne, so wie das Holz des Fasses und die Dochte, hinreichend mit Essigmutter imprägnirt sind.

Statt der Mischung von Branntwein, Wasser und Wein kann auch eine klare gegohrene Malzwürze genommen werden, die durch etwas Branntwein verstärkt wird. Statt, wie im Bisherigen angenommen wurde, den Essig mehrere Mal auf denselben Essigbilder zurückzugeben, wendet man gewöhnlich zwei oder drei Essigbilder an, durch die man successive den Essig passiren läßt; nur muß in diesem Falle abwechselnd mit dem frischen Branntwein auch fertiger Essig aufgegeben werden, indem sonst die essigbildende Kraft in dem ersten Fasse erlöschen würde.

Man hat gegen diese Methode der Schnellessigfabrikation das Bedenken geäußert, daß, da der Malzwein in der Regel noch unzersetzten Zucker enthalte, der neben der Essiggährung zugleich noch eine geistige Gährung, mithin Kohlensäureentwicklung hervorrufe, daß diese Kohlensäure dem Oxydationsprozesse hinderlich werden müsse. Dieses Bedenken ist durch die Erfahrung, die die ungemeine Wirksamkeit des in Rede stehenden Verfahrens außer Zweifel gesetzt hat, hinlänglich widerlegt. Ein anderer, allerdings schon mehr gegründeter Einwurf ist der, daß, da sich aus dem Malzwein theils durch die noch fortschreitende Wein-, theils die Essiggährung selbst ein Niederschlag von saurer Hefe, Essigmutter, auf die Späne absetzt, wodurch sich ihre Zwischenräume verstopfen und die freie Zirkulation der Luft gehindert wird, man häufig den Apparat und besonders die Späne reinigen müsse, was nicht nur Zeit und Mühe koste, sondern selbst einen Verlust an Essig herbeiführen müsse. Diesem Uebelstande begegnet man entweder durch Anwendung von recht ausgegohrenem, abgelagerten Malzwein, oder noch besser, und zwar ganz vollständig dadurch, daß man nur reinen, destillirten Branntwein, mit Wasser verdünnt, zur Schnellessigfabrikation verwendet, der einen ganz reinen klaren Essig liefert. In England freilich ist, wie schon erwähnt, die Essigbereitung aus Branntwein, der hohen Branntweinsteuer wegen, ökonomisch nicht ausführbar.

Ein dritter Uebelstand bei der Schnellessigfabrikation könnte darin liegen, daß bei der bedeutenden Wärme der Flüssigkeit, die auf 30 bis

Digitized by Google

40° C. steigen kann, ein Theil des Alkohols durch Verdampfung verloren würde. Man hat daher den Vorschlag gemacht, die aus der oberen Oeffnung der Essigbilder austretende Luft durch einen Kanal zu leiten, durch den ein Strom von kaltem Wasser geleitet wird, um so den Alkohol zu verdichten. Diese Befürchtung ist inzwischen nur in sehr geringem Grade gegründet, denn die Erfahrung lehrt, daß, bis auf einen unbedeutenden Verlust, die gewonnene Essigsäure der, nach dem Alkoholgehalt des Branntweins theoretisch berechneten Menge entspricht, was sich auch recht gut dadurch erklärt, daß bei der starken Verdünnung des Branntweins sich ohnehin nur wenig davon verflüchtigen kann, und daß die in der That etwa gebildeten Alkoholdämpfe in Berührung mit der sauren Flüssigkeit sich schnell oxydiren und als Essig wieder niederschlagen müssen.

Um die Essigbilder bequem, und nach Belieben mit der säurenden Flüssigkeit oder mit Essig speisen zu können, befinden sich über denselben, also nahe unter der Decke des Lokals, zwei Behälter, deren einer mit verdünntem Branntwein, oder dem Malzwein, der andere mit Essig gefüllt wird, und die mit Hähnen, zum beliebigen Ablassen der Flüssigkeiten, versehen sind.

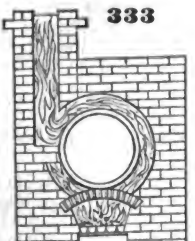
Wird Malzwein verarbeitet, so bedarf der Essig einer nachträglichen Klärung mit Buchenspänen, auf welchen man ihn zwei oder drei Tage lang stehen läßt, worauf er dann völlig klar abgezogen wird.

Als ein sehr zweckmäßiges Verfahren zur Bereitung von gutem Malzwein bezeichnet Ure das von Kastner angegebene. Es besteht darin, daß man 80 Pfund helles Gerstenmalz mit 40 Pf. hellem Weizenmalz zusammen schrotet, diese 120 Pf. mit 150 Quart Wasser von 50° C übergießt, und nachher 300 Quart kochendes Wasser zusetzt. Das Ganze wird nun sorgfältig durchgearbeitet, bis alle Klümpchen zerkleinert sind, und zwei bis drei Stunden in einem bedeckten Maischbottig der Ruhe überlassen. Ist die Temperatur auf 18° C gesunken, so rührt man 15 Pf. gute Bierhefe hinzu und überläßt es zwei bis drei Tage lang in einem leicht verschlossenen Bottig der Gährung. Ist diese zu Ende, so zieht man den Malzwein von den Trübern durch ein nahe über dem Boden befindliches Zapfloch ab.

4. Holzessig (Pyroligneous acid). Alle organischen Substanzen, mit Ausnahme der flüchtigen, werden, wenn man sie einer erhöhten Temperatur, die die des siedenden Wassers beträchtlich überschreitet, zerstört, indem ihre Bestandtheile zu verschiedenen anderen Verbindungen zusammentreten, die im Zustande von Dämpfen oder permanenten Gasarten entweichen, während fast jederzeit eine Kohle zurückbleibt. Geschieht diese Erhitzung beim Zutritt der atmosphärischen Luft, so pflegen sich die ausgetriebenen Dämpfe und Gasarten zu entzünden; der Körper brennt. Nimmt man dagegen die Erhitzung in einem Gefäße vor, das zwar den Dämpfen und Gasarten einen Abzug gestattet, sie aber vor dem Verbrennen schützt, so nennt man diesen Prozeß „trockne Destillation." Die Produkte desselben können sehr verschieden sein, und unterscheiden sich besonders, je nachdem der Körper Stickstoff enthält, oder nicht. Stickstoffhaltige, also die meisten animalischen Substanzen geben außer brennbaren Gasarten hauptsächlich kohlensaures Ammoniak, und ein höchst stinkendes brenzliches, theerartiges Oel; stickstofffreie dagegen, also die meisten vegetabilischen Stoffe, neben brennbaren Gasarten und Theer eine wässerige Flüssigkeit, die sich durch einen, oft sehr starken Gehalt an Essigsäure auszeichnet, und die man Holzessig nennt. Bringt man also einen vegetabilischen Stoff, z. B. Holz, in ein verschlossenes Gefäß, und erhitzt dasselbe, so wird zuvörderst das Wasser ausgetrieben, das, schon fertig gebildet, darin vorhanden war. Nächst diesem erscheint bei steigender Hitze eine neue Portion Wasser, das sich aus seinen Bestandtheilen, Wasserstoff und

Sauerstoff, die, nebst Kohlenstoff die Bestandtheile des Holzes ausmachen, zusammensetzt. Hiebei wird Kohlenstoff ausgeschieden, daher die anfängliche Bräunung und darauf folgende Schwärzung des Körpers. Steigt die Hitze noch höher, so bilden sich noch mehrere anderweitige Produkte. Ein Theil des Kohlenstoffes tritt mit Wasserstoff zu Kohlenwasserstoff zusammen, das als Gas entweicht, während andere sich in verschiedenen Verhältnissen mit Wasserstoff und Sauerstoff verbinden, und so zum Theil den Theer, zum Theil die Essigsäure liefern, wobei die Absonderung von Kohle noch weiter fortschreitet und endlich eine Kohle zurückbleibt, die selbst durch starke Glühhitze keine weitere Veränderung erleidet, und beim Holze die Struktur desselben beibehält. Man hielt die Säure früher für eine eigenthümliche Säure; es ist aber jetzt erwiesen, daß sie in einer innigen Verbindung von Essigsäure und brenzlichem Oel besteht. Sie wird bei der Holzverkohlung jederzeit, und in Menge gebildet, freilich aber nicht immer aufgefangen, indem dazu Apparate erfordert werden, deren Ausführung, Unterhaltung und Betreibung im Großen mit bedeutenden Kosten verknüpft ist, indem ferner die in solchen Apparaten gebildete Kohle nicht so kompact, und daher für manche Zwecke nicht so brauchbar ist, als die bei der Meilerverkohlung gewonnene, und endlich auch die Holzsäure, bevor sie zu technischen Zwecken brauchbar ist, einem umständlichen und etwas kostspieligen Reinigungsprozesse unterworfen werden muß.

Die Zahl verschiedener Apparate, die zur Holzsäuregewinnung vorgeschlagen und theilweise auch schon in Ausführung gekommen sind, ist nicht unbedeutend. Am sichersten und in England am gebräuchlichsten sind gußeiserne Zylinder oder Retorten, die horizontal in einen Ofen eingemauert werden. In Frankreich wendet man häufig vertikalstehende, aus starkem Eisenblech genietete Zylinder an. Fig. 333 stellt die Einrichtung eines Ofens mit der darin liegenden gußeisernen Retorte im Querschnitt dar, wie sie in einer bedeutenden chemischen Fabrik in Glasgow im Gebrauch ist. Die Retorte hat 4 Fuß im Durchmesser und eine Länge von 6 bis 8 Fuß, und ist, wie sich aus der Figur ergibt, so eingemauert, daß die Flamme sie von allen Seiten umspielt. Ob nicht mehrere kleinere Retorten von der Größe, wie sie in den Steinkohlengaswerken gebräuchlich sind, zweckmäßiger sein würden, als eine große, lassen wir dahin gestellt. Die Enden des Zylinders stehen zu beiden Seiten aus dem Mauerwerk wenig hervor. Das eine ist mit einer gußeisernen Scheibe geschlossen, die mit Schraubenbolzen an dem Rand des Zylinders luftdicht befestigt ist. Von der Mitte dieser Scheibe geht ein 6 Zoll weites eisernes Rohr aus, welches sich rechtwinklig abwärts krümmt, und in das Hauptkühlrohr einmündet. Das andere Ende des Zylinders wird mit einer beweglichen Scheibe geschlossen, deren Rand mit Lehm bestrichen und in die Oeffnung des Cylinders eingedrückt wird; ganz so, wie dies auch in den Gaswerken geschieht. Ein solcher Zylinder nimmt etwa 8 Zentner Holz auf. Buchen- und Eichenholz sind am besten, doch wird auch mit Eschen- und Birkenholz gearbeitet. Tannenholz ist weniger brauchbar, theils weil die Holzsäure schwächer ausfällt, theils auch, weil, seiner Leichtigkeit wegen, nur wenig in die Retorte geht. Früh Morgens öffnet man die Retorte, nimmt die Kohle von der vorhergehenden Operation heraus, füllt sie mit Holz und feuert bis zum Abend, wo die Verkohlung beendigt ist. Während der Nacht läßt man das Ganze abkühlen, so daß die Kohlen am andern Morgen nicht mehr glühen, und, ohne sich an der Luft zu ent-



Digitized by Google

zünden, ausgenommen werden können, worauf die Retorte wieder mit Holz besetzt wird. Man gewinnt bei jedesmaliger Operation durchschnittlich 35 Gallons rohe Holzsäure, die noch stark mit Theer beladen und von dunkelbrauner Farbe ist. Ihr spez. Gew. beträgt 1,025; so daß also jene 35 Gallons sehr nahe 300 Pfund wiegen. Die rückständige Kohle beläuft sich auf ¼ des angewandten Holzes, so daß das entweichende Gas nebst dem Theer 340 Pf. beträgt.

Um nun die rohe Holzsäure zu reinigen, wird sie zuvörderst in einem kupfernen Destillirapparat undestillirt, wobei von je 100 Gallons Holzsäure, 20 Gallons dicker theerartiger Rückstand bleiben. Der so erhaltene Essig ist noch braun, und von stark empyreumatischem Geruch. Spez. Gew. = 1,013. Er wird nochmals destillirt, hierauf mit Kalk neutralisirt, zur Trockne abgedampft, der essigsaure Kalk wieder in Wasser gelöst, durch schwefelsaures Natron in niederfallenden Gyps und aufgelöst bleibendes essigsaures Natron zersetzt, dieß letztere wieder zur Trockne gebracht, und zur Zerstörung der letzten Antheile Empyreuma einer erhöheten, jedoch noch nicht zum Glühen gehenden Temperatur ausgesetzt und endlich durch Destillation mit Schwefelsäure die Essigsäure abgeschieden, die nun vollkommen farblos erscheint, und einen reinen, durchaus nicht empyreumatischen Geruch und Geschmack besitzt. Die Stärke dieser Säure hängt ganz von der Konzentration der zur Zersetzung des essigsauren Natrons verwendeten Schwefelsäure ab.

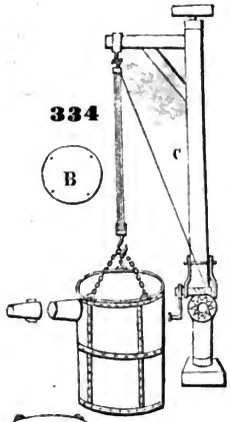
In einer bedeutenden Fabrik in Manchester hat man ebenfalls 6 Fuß lange, und 3 Fuß 8 Zoll im Durchmesser haltende gußeiserne Retorten, deren zwei neben einander in einen Ofen eingemauert sind, und durch Ein Feuer geheizt werden. Um die untern Seitenwände der Retorten vor der allzuheftigen Einwirkung der Stichflamme zu schützen, liegen sie auf flachen, aus feuerfesten Steinen gebildeten Gewölben, die mit vielen Löchern dergestalt durchbrochen sind, daß die hindurchschlagende Flamme die Retorten nicht von unten, sondern nur seitwärts trifft. Zu jeder Destillation, die 24 Stunden dauert und aus jedem Zylinder 36 Gallons rohen Holzessig von 1,025 spez. Gew. liefert, sind 2 Ztn. Steinkohlen (zum Heizen) erforderlich. Man öffnet nach Beendigung der Destillation sogleich die Zylinder, zieht die Holzkohlen noch glühend heraus, und wirft sie in einen eisernen Behälter, dessen Deckel mit einem abwärts gebogenen Rande versehen ist, der in eine Nuth des Kastenrandes einpaßt, und so einen ziemlich dichten Verschluß gewährt, worin man sie abkühlen läßt.

Man unterwirft in dieser Fabrik die mit Kalk gesättigte Holzsäure einer theilweisen Destillation, wobei etwa 1 Proz. Holzgeist gewonnen wird, den man manchmals noch zwei oder drei Mal über Kalk rektifizirt. Auch den Theer pflegt man wohl zu destilliren, wodurch brenzlicher Essiggeist erhalten wird, den man durch Rektifikation mit Kalk und nachheriges Schütteln mit Wasser reinigt.

Die Sättigung der Holzsäure mit Kalk wird in einem großen Kessel vorgenommen, der an seinem obern Rande mit einem Ausguß versehen ist. Man füllt ihn mit Holzsäure, erhitzt diese zum Kochen und trägt nun bis zur Neutralisation gelöschten Kalk ein. Hiebei sondert sich eine Menge Theer in Gestalt einer dicken, schaumigen Masse ab, die durch den erwähnten Ausguß abfließt. Die essigsaure Kalklösung wird nach Beseitigung des Theeres in einen anderen Kessel abgezogen, und mit Alaunauflösung zersetzt, wodurch die braune essigsaure Thonbeize für die Kattundruckerei entsteht, während Gyps gefällt und nachher durch Filtration von der Flüssigkeit getrennt wird.

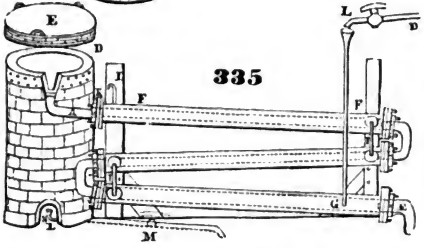
In mehreren französischen Fabriken wird ein etwas abweichender Apparat, Fig. 334, zur Holzsäuregewinnung angewandt. Das Destillationsgefäß ist ein starker Zylinder von Eisenblech, der seitwärts, nahe unter dem oberen Rande mit einem kurzen Röhrenansatz zur Ableitung der

Digitized by Google



Destillationsprodukte versehen ist. Die obere Mündung des Zylinders kann mit einem flachen Deckel, B, der durch Schraubenbolzen angezogen wird, verschlossen werden. Hat man den Zylinder mit Holz angefüllt, und den Deckel mit Lehm luftdicht zugemacht, so hebt man ihn mittelst eines Krahnes C, und läßt ihn in den Ofen D (Fig. 335) herab. Dieser Ofen ist von der Weite, daß, nach Einsetzen des Zylinders, ein schmaler Zwischenraum frei bleibt, in welchem die Flamme den Zylinder umspielt. Um den Zug in etwas zu verstärken und die Wärme mehr zusammenzuhalten, wird, nach dem Einbringen des Zylinders, ein niedriger Dom E auf den Ofen gesetzt.

Bei der ersten Einwirkung des Feuers entwickeln sich fast nur Wasserdämpfe, die man unverdichtet entweichen läßt; sobald man aber bemerkt, daß die Bildung von Holzsäure ihren Anfang nimmt, setzt man das Seitenrohr durch ein Verbindungsrohr A mit der Kühlvorrichtung in Kommunikation. Die Einrichtung der Kühlapparate ist in verschiedenen Fabriken verschieden. In einigen bewirkt man, um Wasser zu sparen, die Kühlung durch die umgebende Luft, indem man die Dämpfe der Holzsäure durch eine lange Reihe von freistehenden Zylindern hindurchströmen läßt. Wo jedoch kaltes Wasser in hinlänglicher Menge zu haben ist, wird dieses zum Kühlen genommen. Ein einfacher und sehr wirksamer Kühlapparat ist in Fig. 335 dargestellt. Er besteht in einem, im Zickzack gebogenen Kühlrohr, dessen einzelne, ein wenig geneigte Längentheile von weiteren Röhren, F F, umgeben sind. Der Zwischenraum zwischen der äußeren und der inneren Röhre dient zum Hindurchleiten des Kühlwassers in entgegengesetzter Richtung von der des Dampfstromes. Durch die hohe Röhre L, G nämlich läßt man das Kühlwasser aus einem Hahne in das untere Ende der letzten Kaltwasserröhre einfließen. Indem es nun, durch hydrostatischen Druck, in dieser letzteren Röhre langsam aufsteigt, gelangt es durch die kleine Verbindungsröhre I in die zweite zunächst höhere Kaltwasserröhre, aus dieser in die dritte und fließt endlich durch die kleine Seitenröhre K ab. Die verdichtete Holzsäure gelangt durch das knieförmig gebogene Rohr E in eine gemauerte Zisterne, und aus dieser wiederum in einen großen Behälter. Die erste Zisterne bleibt hiebei stets mit Holzsäure gefüllt, in welche das Ende des Knierohrs E eintaucht, so daß an dieser Stelle nur die Flüssigkeit, nicht aber das Gas entweicht. Dieses letztere läßt man durch eine Röhre M, L, die von dem unteren Ende des Kühlrohrs ausgeht, in den Aschenfall des Ofens einströmen, um die durch Verbrennen des Gases entstehende Hitze zum Heizen des Ofens mit zu benutzen. Das Ende dieser Röhre ist bei N mit einer Art Brause versehen, um die Flamme nach allen



Digitized by Google

Richtungen hin gleichförmig zu vertheilen, und das Hineinfallen von Asche, Kohlen u. dgl. zu verhindern. Durch den Hahn M kann nöthigenfalls der Zufluß des Gases regulirt werden.

Der Prozeß selbst geht bei einer mäßigen Hitze von Statten, nur gegen das Ende muß der Blechzylinder bis zum Rothglühen gebracht werden; die Dauer richtet sich nach der Größe des Apparates. Ein Zylinder von 5 Kubikmeter (etwa 150 K. Fuß) Gehalt kann in etwa 8 Stunden abgetrieben werden. Als Mittel zur Erkennung des Fortganges der Verkohlung dient am besten die Farbe der Flamme, die zuerst gelblich roth und stark leuchtend ist, später, wenn sich mehr Kohlenoxydgas entwickelt, bläulich wird, und zuletzt wieder mit gelblich weißem Lichte brennt. Diese letztere Erscheinung hat indessen wohl weniger in der besonderen Natur des Gases, als darin ihren Grund, daß gegen das Ende des Prozesses der Ofen und Aschenfall am stärksten in Hitze ist, wodurch denn das Gas mit größerer Lebhaftigkeit verbrennen mag. Außer der Gasflamme dient noch ein anderes Mittel zur Erkennung des Endes der Operation; wenn nämlich die Verbindungsröhre A anfängt kühler zu werden, was man daran erkennt, daß man einen Tropfen Wasser darauf bringt. Verdampft dieser ruhig und ohne Zischen, so ist dies ein Beweis, daß das Durchströmen der glühend heißen Gasarten und Dämpfe größtentheils aufgehört hat. Die Verbindungsröhre wird nun weggenommen, und die dadurch frei gewordenen Oeffnungen des Kühlapparates und des Zylinders mit kleinen Eisenplatten und Lehm zugemacht. Man nimmt hierauf mittelst des Krahnes zuerst den Dom E von dem Ofen ab, und hebt nun den Zylinder selbst heraus, um sofort einen anderen, der schon fertig in Bereitschaft stehen muß, wieder einzusetzen. Der herausgenommene Zylinder bleibt bis zum Erkalten ruhig stehen, wird dann geöffnet, ausgeleert, und wieder mit Holz beschickt.

In der Holzsäurefabrik von Kestner in Thann (im Elsaß) werden von einer dortigen Klafter = 93 Kubikfuß Holz 5 Hektoliter, oder nahe 437 Quart rohe Holzsäure von 5° Baumé nebst Theer erhalten, während 220 K° = 471 Pfd. Kohle zurückbleiben. Aus 100 Raumtheilen jener Säure werden durch mehrmalige Destillation 75 Theile gereinigter Holzessig von 7 Proz. Essigsäuregehalt und 8 Theile Pech erhalten. In derselben Fabrik wird auch holzessigsaures Blei auf die Art dargestellt, daß der holzsaure Kalk abgedampft, auf eisernen Platten völlig zur Trockne gebracht, und mit der zu seiner Zersetzung nöthigen Menge Schwefelsäure, die vorher mit einer gleichen Menge Wasser verdünnt, und wieder abgekühlt wird, gemischt wird. Diese Mischung trägt man so rasch wie möglich in einen gußeisernen Zylinder, der horizontal in einem Ofen liegt, und sammelt die durch einen kupfernen Kühlapparat verdichtete Essigsäure in großen steingutenen Krügen. Die so gewonnene Essigsäure zeigt gewöhnlich 38° (?) Baumé, enthält aber etwas schwefligte Säure, durch Einwirkung des Theers auf die Schwefelsäure gebildet. Aus dieser so gereinigten Säure wird dann durch Sättigung mit Bleiglätte der Bleizucker dargestellt.

Die vollständige Reinigung der Holzessigsäure von den letzten Antheilen brenzlichen Oels ist mit großen Schwierigkeiten verknüpft. Durch bloße Destillation, selbst mit Zusatz von vieler Kohle, ist dieser Zweck gar nicht zu erreichen; es wird daher nicht überflüssig sein, die bereits im Vorhergehenden gegebenen Andeutungen über die im Großen am besten ausführbare Reinigungsart durch eine genauere Beschreibung zu vervollständigen.

Man läßt die rohe Holzsäure nebst dem Theer gewöhnlich in ein gemauertes Reservoir fließen, wo sich der mechanisch beigemengte Theer seiner Schwere wegen zu Boden setzt. Eine Pumpe, die bis nahe auf den Boden des Reservoirs herabreicht, dient dazu, den Theer von Zeit zu Zeit herauszuschaffen. Neben diesem ersten Reservoir befindet sich ein zweites, in welches die Holzsäure nach Absatz des Theers durch eine

Digitized by Google

Rinne einfließt. Man hebt sie von hier mittelst einer zweiten Pumpe in einen großen Kessel von Eisenblech, bringt sie zum Kochen und sättigt sie nun entweder mit gelöschtem Kalk oder mit Kreide. Die letztere ist, wenn sie ohne zu große Kosten beschafft werden kann, vorzuziehen, weil sie eine vollständigere Absonderung des Theers bewirkt. Ist der Theer durch die oben erwähnte Ausflußrinne abgelaufen und der Rest mit Schaumkellen abgeschöpft, so überläßt man die neutralisirte Flüssigkeit der Ruhe, damit sie sich vollends klärt, und zieht sie nun auf einen anderen Kessel, um sie bis auf 15° Baumé abzudampfen, woraus man sie mit einer konzentrirten Lösung von schwefelsaurem Natron zersetzt, wobei Gyps niederfällt. In einigen Fabriken löst man vor dem Neutralisiren das nöthige schwefelsaure Natron in der Holzsäure auf, und nimmt nun erst die Sättigung mit Kalk oder Kreide vor, wobei sich dann sofort der Gyps niederschlägt. Man erlangt hiedurch den Vortheil, daß kein Wasser zum Auflösen des schwefelsauren Natrons gebraucht, mithin auch die nachherige Verdampfung desselben erspart wird.

Hat sich nach längerer Ruhe der schwefelsaure Kalk abgesetzt, so zieht man die überstehende Lösung von essigsaurem Natron ab, und wäscht den Gyps einige Male mit frischem Wasser, und mit den Waschwassern von einer vorhergehenden Aussüßung aus. Das essigsaure Natron wird nun bis zu einem spez. Gew. von 1,225 oder 1,23 je nach der Jahreszeit eingedampft, und in großen Bottichen der Krystallisation überlassen. Nach 3 oder 4 Tagen ist diese vollendet, worauf man dann die Mutterlauge abgießt. Man erhält das Salz so in großen, stark gefärbten, aber scharf ausgebildeten und glänzenden rhombischen Prismen. Die Mutterlauge wird demnächst weiter eingedampft, zur Krystallisation hingestellt u. s. f., bis sie nicht mehr zum Krystallisiren zu bringen ist, wo man sie dann ganz zur Trockne abraucht, und den Rückstand glüht, der sich hiebei in kohlensaures Natron umwandelt, und so noch brauchbare Soda liefert.

Da es ein sehr zeitraubendes, und dennoch fast fruchtloses Bemühen sein würde, die zur Zersetzung des holzsauren Kalkes erforderliche Menge von schwefelsaurem Natron genau zu treffen, und da, wenn das richtige Verhältniß verfehlt ist, die ferneren Arbeiten sehr unsichere Resultate geben, so ist es unerläßlich, durch Versuche im Kleinen diese Mengenverhältnisse für verschiedene Stärkegrade der Säure festzustellen, um jedesmal nach dem spez. Gew. oder der Sättigungskraft der Säure die nöthige Menge von Glaubersalz berechnen zu können. Es ist inzwischen nicht möglich, dahin zu gelangen, daß sich alle Schwefelsäure als Gyps niederschlägt, und daß nur allein essigsaures Natron in der Flüssigkeit bleibt, weil, wie eigens zu dem Ende im Großen angestellte Versuche ergeben haben, essigsaurer Kalk und schwefelsaures Natron sich keineswegs vollständig zersetzen, sondern zum Theil unzersetzt in der essigsauren Natron-Lösung verbleiben, und nach dem Auskrystallisiren dieses Salzes in die Mutterlauge übergehen; daher auch bei dieser Reinigungsmethode ein nicht unerheblicher Theil der Essigsäure unvermeidlich verloren geht. Eine sehr wichtige Sache würde es sein, wenn man dahin gelangte, aus holzsaurem Kalk unmittelbar reine Essigsäure darzustellen; allein dies ist bis jetzt nicht gelungen. Das brenzliche Oel hängt den holzsauren Salzen so fest an, daß es auf nassem Wege nicht zu beseitigen ist, und nur auf trocknem Wege ist es bisher möglich gewesen, dies Ziel zu erreichen. Wenn man nämlich holzsaure Salze, besonders holzsaures Natron, bis zu einem bestimmten Punkte erhitzt, so erleidet das brenzliche Oel eine langsame Verkohlung, während die Essigsäure in derselben Hitze keine bemerkliche Aenderung erfährt. Dasselbe gilt bis zu einem gewissen Grade auch für den holzsauren Kalk, nur liegt hier die zur gänzlichen Zerstörung des Salzes erforderliche Temperatur so niedrig, daß es selbst im Kleinen und noch viel weniger im Großen

Digitized by Google

möglich ist, das Oel vollständig zu verkohlen, ohne zugleich einen bedeutenden Theil der Essigsäure mit zu zerstören.

Um den Schwierigkeiten zu entgehen, die die Zersetzung von holzsaurem Kalk durch schwefelsaures Natron mit sich bringt, hat man wohl vorgeschlagen, die Holzsäure mit kohlensaurem Natron zu neutralisiren, was aber aus ökonomischen Rücksichten im Großen nicht ausführbar ist.

Die gewonnenen Krystalle von essigsaurem Natron werden noch einige Male umkrystallisirt, und nun der Hauptoperation, der Schmelzung oder Röstung unterworfen, wobei, wenn anders der Prozeß richtig geleitet wird, das brenzliche Oel vollständig verschwindet. Zu dieser Röstung dienen halbkugelförmige gußeiserne Kessel, von der Größe, daß etwa 1000 Pfund essigsaures Natron zur Zeit darin behandelt werden können. Man gibt das Salz hinein, steigert die Temperatur allmählig auf 260° C. und rührt die Masse unausgesetzt mit eisernen Rechen. Die Hauptschwierigkeit liegt hiebei in der richtigen Regulirung der Temperatur, die an allen Punkten möglichst auf demselben Grade erhalten werden muß, und nie so weit steigen darf, daß das essigsaure Natron sich zu zersetzen anfängt; denn so wie an irgend einem Punkte der Masse Zersetzung eintritt, so verbreitet sie sich mit solcher Schnelligkeit weiter, daß es kaum möglich ist, ihr Einhalt zu thun, und das Salz vor der Zerstörung zu retten. Die Hitze darf nie so hoch steigen, daß sich Rauch aus der Masse entwickelt. Wenn endlich das essigsaure Natron ganz ruhig, wie Oel fließt, und nicht mehr aufschäumt, was bei einer Quantität von 1000 Pfd. nach Verlauf von ungefähr 24 Stunden der Fall zu sein pflegt, so ist die Arbeit beendigt, und man läßt nun das Ganze zu einem Klumpen erstarren, oder gießt es auch wohl in kleinere Formen.

Das essigsaure Natron wird nun in Wasser gelöst, und von der Kohle, die von der Zersetzung des brenzlichen Oeles herrührt, entweder durch Filtration oder dadurch getrennt, daß man die Lösung bis zu einem spez. Gew. von 1,114 abdampft, wo sich dann die Kohle von der Lösung leicht absondert, und zu Boden fällt. Aus der so geklärten Lösung schießt beim ferneren Eindampfen und Abkühlen das essigsaure Natron vollkommen rein in ganz weißen Krystallen an, aus denen man nun die Essigsäure mittelst Schwefelsäure abscheidet. Aber auch dies, so einfach es scheinen mag, gelingt nur bei größter Sorgfalt. Die Krystalle werden zerstoßen, in einen kupfernen Kessel gebracht, und die erforderliche Schwefelsäure von 1,842 spez. Gew. nämlich etwa 35 Proz. vom Gewicht des Salzes, oder soviel, daß das essigsaure Natron größtentheils, aber nicht ganz davon zersetzt wird, hinzugegeben. So bleibt nun das Ganze einige Zeit stehen. Das essigsaure Natron wird hiebei allmählig zersetzt, es bildet sich schwefelsaures Natron in Form eines körnigen Pulvers, über welchem die Essigsäure, die noch einen Antheil schwefelsaures Natron aufgelöst enthält, sich ansammelt. Indem man nun das Ganze der Destillation unterwirft, erhält man eine sehr reine Essigsäure, von 1,05 spez. Gew. und angenehmem Geruch und Geschmack. Nur gegen das Ende der Destillation wird sie gern etwas empyreumatisch und dabei ein wenig gefärbt. Es ist daher besser, die letzten Antheile Essigsäure besonders aufzufangen.

Die zum Gebrauch an Speisen bestimmte Essigsäure muß in einem Destillirapparate mit silbernem Helm und Kühlrohr destillirt werden. Um sie von möglichst reinem Geschmack zu erhalten, behandelt man sie mit ein wenig wohlgewaschener Beinkohle, und verdünnt sie nun mit Wasser bis zu der Stärke von gewöhnlichem Essig. Bezweckt man dagegen, konzentrirte Essigsäure darzustellen, so entwässert man zuvor das essigsaure Natron und wendet zur Zersetzung höchstkonzentrirte Schwefelsäure an.

Beim Zusammenbringen des essigsauren Natrons mit der Schwefelsäure tritt eine Unbequemlichkeit ein, die sich indessen durch einen Kunst-

Digitized by Google

griff vermeiden läßt. Läßt man nämlich die Schwefelsäure in einem dünnen Strahl in das essigsaure Natron fließen, so entsteht an den Stellen, wo sie mit dem Salz in Berührung kommt, Erhitzung, und eine so starke Entwicklung von Essigsäure-Dämpfen, daß die Arbeiter davon zu gehen genöthigt sind.

Um dies zu vermeiden, braucht man nur die Schwefelsäure mit einem Male rasch hinzuzuschütten. Sie lagert sich dann zu unterst, das essigsaure Natron schwimmt darauf, die Zersetzung geht nur an der Grenze von beiden vor sich, und die Erhitzung wird durch die Gegenwart einer so großen Menge kalter Schwefelsäure gemildert. Bilden sich an einzelnen Punkten kraterartige Oeffnungen in dem essigsauren Natron, so müssen diese beständig wieder zugemacht werden. Die Arbeit geht im Uebrigen bequem und ohne Belästigung der Arbeiter von Statten.

Sehr ausführliche Versuche über die Holzsäuregewinnung sind von Stolze angestellt. Ein Pfund Holz liefert nach ihm 12 bis 15 Loth Flüssigkeit, deren Säuregehalt aber nach der Natur des Holzes sehr verschieden ist, und in dem Verhältniß von 2: 5 differiren kann. Hartes, schweres Holz, das auf trocknem Boden langsam gewachsen ist, gibt die stärkste Holzsäure. Rothbuchen und Weißbirkenholz geben pr. Pfund 14½ Loth Holzsäure, etwa 3 Loth brenzliches Oel und 8 Loth Kohle. 1 Loth dieser Säure sättigt 55 Gran kohlensaures Kali. Rothtannenholz dagegen liefert 12 Loth Säure, 5 Loth Oel und 8 Loth Kohle. 1 Loth der Säure aber sättigt nur 22 Gran kohlensaures Kali. Holzessig von Weißbuchen-, Eichen-, Eschen- und Roßkastanien-Holz sättigt 45 bis 50 Gran kohlensaures Kali, der von Weißtannen- und Erlenholz 29 bis 30 Gran.

Der völlig gereinigte Holzessig wird gewöhnlich mit ein wenig Essigäther oder Wein und gebranntem Zucker versetzt, um ihm einen lieblicheren Geschmack und eine hellbräunliche Farbe zu geben. Durch einen Gehalt an schwefelichter Säure besitzt ein solcher Essig wohl die Eigenschaft, den rothen Kohl, der mit ihm gesäuert ist, zu entfärben. Das beste Mittel, ihn von schwefelichter Säure frei zu erhalten, besteht darin, bei der letzten Rektifikation ein wenig Braunstein zuzusetzen.

Zur Bereitung von essigsaurer Thonerde und essigsaurem Eisenoxyd kann eine, durch mehrmalige Rektifikation gereinigte Holzsäure gebraucht werden, indem der Gehalt an brenzlichem Oel diesen Beizen nicht schadet. Zur Darstellung von Bleizucker aber ist sie nicht tauglich, weil der Bleizucker nicht ordentlich krystallisirt, sondern nur blumenkohlartige Konkretionen bildet.

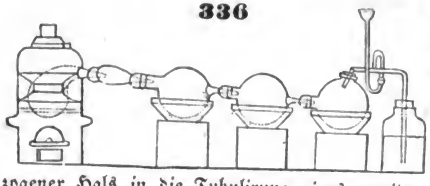
Durch Kochen einer solchen unreinen Lösung von holzsaurem Bleioxyd mit ein wenig Salpetersäure, und nachherige Behandlung mit Kohle kann man sie indessen so weit reinigen, daß sie regelmäßige Krystalle von Bleizucker gibt.

Die Holzsäure besitzt ausgezeichnet fäulnißwidrige Kraft. Fleisch, nur einige Stunden lang in sie eingelegt, kann nachher an der Luft getrocknet werden, ohne irgend zu faulen; es wird aber hart und lederartig, so daß diese Methode der Fleisch-Konservation, so wirksam sie auch ist, nicht mit Vortheil ausgeführt werden kann.

Bereitung des sogenannten Radikalessig, oder Grünspanspiritus. Man versteht unter diesem Namen eine durch trockne Destillation von Grünspan dargestellte, mit Essiggeist verunreinigte starke Essigsäure, die vorzüglich als Riechmittel gebraucht wurde, gegenwärtig aber wenig mehr gemacht wird. Man ersieht die Einrichtung des Apparates aus Fig. 336. Die steinzutene Retorte, in die man den Grünspan gibt, ist äußerlich mit Thon und Pferdemist beschlagen, um sie vor der unmittelbaren Einwirkung der Flamme zu schützen. Ist der Beschlag trocken, so schüttet man den vorher zerriebenen und wohlgetrockneten krystallisirten Grünspan (neutrales essigsaures Kupferoxyd) in die Re-

Digitized by Google

336



torte, die größtentheils damit angefüllt werden kann, und legt diese in den Ofen ein. Der Hals der Retorte wird durch einen kurzen Vorstoß mit der Tubulirung eines Glasballons in Verbindung gesetzt, dessen ausgezogener Hals in die Tubulirung eines zweiten Ballons einlutirt ist, der wiederum in einen dritten einmündet. Um den sich etwa entwickelnden Gasarten einen Ausweg zu gestatten, ist der letzte Ballon mit einer Welterschen Sicherheitsröhre versehen, deren längerer Schenkel in ein Glas mit Wasser eintaucht. Alle Verbindungen werden ganz luftdicht mit einem Kitt vom Pfeifenthon und Leinöl verstrichen, und mit Papier beklebt. Die Abkühlung des Ballons wird durch untergestellte Schalen mit kaltem Wasser bewirkt. Ist der Apparat soweit zusammengesetzt, so läßt man ihn bis zum nächsten Tage stehen, damit die Lutirungen mehr Festigkeit gewinnen, und beginnt dann die Destillation mit anfänglich ganz schwachem, allmählig aber verstärktem Feuer. Hat die Entwicklung der Essigsäure ihren Anfang genommen, und bemerkt man, daß sie von dem Halse des Vorstoßes in den ersten Ballon herabzutröpfeln anfängt, so läßt man die Hitze nur noch sehr langsam steigen, um die Destillation in ruhigem, gleichmäßigen Gange zu erhalten. Am besten kann man sich hiebei nach der Schnelligkeit richten, mit der das Gas aus der Sicherheitsröhre entweicht. Das Kühlwasser muß nun stets kalt gehalten und die Ballons mit nassen Tüchern bedeckt werden. In der ersten halben Stunde destillirt eine weniger starke Essigsäure über, da der Grünspan gern etwas Wasser zurückhält, das zuerst ausgetrieben wird. Später bemerkt man, daß sich in dem Vorstoße grünliche Krystalle ansetzen, von ein wenig Grünspan herrührend, der bei der raschen Dampfentwicklung mechanisch mit fortgerissen wird. Diese Krystalle lösen sich nachher in der Essigsäure wieder auf, die sich in dem Vorstoße verdichtet, und gelangen so in den ersten Ballon, dessen Inhalt dadurch grünlich gefärbt wird. Je weiter die Zersetzung vorschreitet, je höher muß die Temperatur gesteigert werden. Endlich, wenn man bemerkt, daß trotz der stärksten Feuerung die Ballons kalt werden, ist die Operation beendigt. Da die so gewonnene Essigsäure ein wenig grünlich gefärbt ist, so muß sie einer nachträglichen Rektifikation unterworfen werden; wozu derselbe Apparat, mit Ausnahme der Retorte, dient, der man eine gläserne substituirt. Bei dieser Rektifikation darf die Säure nicht ganz bis zur Trockne verdampft werden, indem sie sonst einen etwas brenzlichen Geruch annehmen würde.

Als Produkt erhält man etwa die Hälfte von dem Gewicht des angewandten Grünspanes an Essigsäure, und an rückständigem Kupfer drei Zehntheile, so daß etwa zwei Zehntheile an gasförmigen Produkten entweichen. Indem sich nämlich das Kupferoxyd zu metallischem Kupfer reduzirt, tritt der Sauerstoff desselben mit den Bestandtheilen der Essigsäure zusammen, und bildet theils Wasser, das sich dem Destillate beimischt, theils Kohlensäure und Kohlenoxydgas, die entweichen, während Kohlen- und Wasserstoff sich zum Theil als Kohlenwasserstoffgas entwickeln, theils auch in Verbindung mit Sauerstoff einen Antheil brenzlichen Essiggeist bilden, der zugleich mit der Säure überdestillirt. Das rückständige Kupfer ist noch mit etwas Kohle gemengt, und in so feine vertheiltem Zustande, daß es pyrophorische Eigenschaften zeigt. Wenn man es daher ganz kalt aus der Retorte schüttet, so geräth es oft zum Glühen, und verwandelt sich dabei wieder in Kupferoxyd.

Da man durch das beschriebene Verfahren einen guten Theil Essigsäure einbüßt, so hat man sich viel bemühet, Mittel aufzufinden, um diesem

Digitized by Google

Verluste zu entgehen. Das einfachste besteht darin, den Grünspan mit Zusatz von Schwefelsäure zu destilliren, wo dann fast keine Essigsäure verloren geht; allein das so gewonnene Produkt enthält jederzeit etwas schwefligte Säure, von der es schwierig zu befreien ist. Dagegen fehlt ihm der Gehalt an brenzlichem Essiggeist, der dem Radikalessig ein eigenthümliches Aroma verleiht, und zur Milderung des scharfen, brennenden Geruches der reinen Essigsäure so wesentlich beiträgt.

Es wird daher schwerlich gelingen, auf anderem Wege, als durch trockne Destillation essigsaurer Salze, eine Essigsäure von der eigenthümlichen Beschaffenheit des Radikalessigs darzustellen. Durch Zusatz von flüchtigen Oelen, Rosmarin- und Lavendelöl wird mitunter der Geruch des Fabrikats noch modifizirt.

Reine, höchst konzentrirte Essigsäure wird am besten durch Destillation von entwässertem essigsauren Natron oder Bleizucker mit Schwefelsäure hergestellt, wobei wasserfreies schwefelsaures Natron oder Bleioxyd zurückbleibt, und die Essigsäure in Verbindung mit dem Wassergehalt der Schwefelsäure übergeht. Die Essigsäure nämlich hat mit einigen anderen Säuren, wie z. B. der Salpeter- und der Chlorsäure, die Eigenschaft gemein, ohne einen gewissen Wassergehalt im freien Zustande nicht existiren zu können, und gerade hierin liegt wahrscheinlich der Grund, weshalb bei der trocknen Destillation wasserfreier, essigsaurer Salze ein Theil der Säure zersetzt wird; um nämlich für den unzersetzten Theil das nöthige Wasser zu liefern. Der Wassergehalt der stärksten Essigsäure beträgt 14,89 Prozent.

Die konzentrirte Essigsäure ist ein wasserklares Liquidum von sehr brennendem Geschmack und stechendem Geruch. Das spez. Gew. = 1,063 wird durch Zusatz einer gewissen Wassermenge erhöhet, nimmt aber, wenn eine gewisse Grenze überschritten wird, wieder ab, daher denn das spezifische Gewicht bei der Essigsäure nicht wohl zur Bestimmung ihrer Stärke gebraucht werden kann. Die größte Dichtigkeit findet Statt, wenn die Essigsäure 3 Atome, also 34,20 Prozent Wasser enthält wie sich aus den folgenden Bestimmungen von Mollerat ergibt:

Mischungen von		Enthaltend in 100 Theilen.		Spez. Gew.
konzentr. Essigsäure.	mit Wasser.	Wasser.	reine Essigsäure.	
100	0	14,89	85,11	1,0630
100	9,10	21,98	78,02	1,0742
100	20,45	29,43	70,57	1,0770
100	29,36	34,20	65,80	1,0791
100	39,09	38,82	61,18	1,0763
100	50	43,27	56,73	1,0742
100	60,45	46,95	53,05	1,0728
100	88,63	54,88	45,12	1,0658
100	98,63	57,15	42,85	1,0637
100	102,00	57,87	42,13	1,0630

Man ersieht aus dieser Tabelle, daß eine Essigsäure von 57,87 Proz. Wasser mit der allerstärksten Säure von 14,89 Proz. Wassergehalt im spezifischen Gewicht genau übereinkommt; so auch eine Saure von 43,27 Proz. mit der von 21,98 Proz. Wasser.

Konzentrirte Essigsäure brennt, zumal wenn sie zum Sieden erhitzt wird, sehr leicht und mit blauer Flamme ungefähr wie Alkohol. Aus der Luft zieht sie Feuchtigkeit an, daher man sie in sehr wohl verschlossenen Gefäßen aufbewahren muß. Die ganz konzentrirte Essigsäure krystallisirt schon beim Abkühlen auf + 4°, daher der Name Eisessig;

Digitized by Google

mit Wasser verdünnt ist sie viel weniger leicht zum Erstarren zu bringen, so daß eine schwache Säure dadurch bedeutend verstärkt werden kann, daß man sie im Winter dem Froste aussetzt; das Wasser gefriert dann zum großen Theil, die Essigsäure aber nicht, und kann nun von dem Eise abgegossen werden.

Die wasserfreie Essigsäure besteht, wie bereits oben erwähnt, aus 4 Atomen Kohlenstoff, 6 At. Wasserstoff und 3 At. Sauerstoff, also in 100 Gewichtstheilen aus 47,54 Kohlenstoff, 5,82 Wasserstoff und 46,64 Sauerstoff.

Leitet man die Dämpfe der Essigsäure durch eine rothglühende eiserne Röhre, so zerfällt sie in Wasser, Kohlensäure, Kohlenwasserstoffgas und brenzlichen Essiggeist.

Sie löst mehrere organische Substanzen, wie Kampher, Kleber, mehrere Gummiharze, Harze, den Faserstoff des Blutes, koagulirtes Eiweiß u. a. auf.

In konzentrirtem Zustande wird sie eigentlich nur als Riechmittel gebraucht, um bei Ohnmachten und ähnlichen Zufällen einen Reiz auf das Geruchsorgan und somit auf das Gehirn hervorzubringen, und die Nerventhätigkeit zu wecken. Auch als Räucherungs- überhaupt als Desinfizirmittel bei ansteckenden Krankheiten ist sie vielfach in Anwendung gebracht. Ob jedoch in dieser Beziehung irgend ein günstiger Erfolg zu erwarten ist, scheint noch großen Zweifeln zu unterliegen. Das sogenannte Riechsalz ist nichts weiter wie ein wenig pulverisirtes schwefelsaures Kali, das in einem kleinen Glaschen mit konzentrirter, oft durch ätherische Oele parfumirter Essigsäure angefeuchtet ist.

Die Bestimmung des Stärkegrades der im Handel vorkommenden Essige ist eine sehr häufig vorkommende, und nicht unwichtige Aufgabe für den praktischen Chemiker; nicht minder die Untersuchung auf eine Verfälschung mit anderen wohlfeileren Säuren, besonders Schwefelsäure, oder selbst wohl mit Salpetersäure. Schwefelsäure läßt sich am leichtesten durch Zusatz von etwas salpetersaurem Baryt, oder Chlorbarvum entdecken, welches bei Gegenwart von Schwefelsäure einen starken weißen Niederschlag von schwefelsaurem Baryt hervorbringt. Da jedoch die Materialien, aus denen gewöhnlicher Essig bereitet wird, oft kleine Mengen von schwefelsauren Salzen enthalten, so darf man eine geringe Fällung oder Trübung durch Chlorbaryum nicht als Beweis einer absichtlichen Verfälschung mit Schwefelsäure ansehen. Salpetersäure, die ihrer größeren Kostbarkeit wegen weit seltener zum Verfälschen von Essig in Anwendung gebracht wird, läßt sich dadurch erkennen, daß man eine Probe des Essigs mit ein wenig reiner Salzsäure vermischt, etwas echtes Blatt- oder Schaumgold hineinbringt, und dies eine kleine Weile in einem Probierglaschen kochen läßt. Verschwindet das Gold (indem es sich auflöst), so enthält der Essig Salpetersäure.

Wenn gleich, wie schon erwähnt, die Benutzung des spezifischen Gewichts ein unsicheres Mittel zur Prüfung der Stärke des Essigs ist, so wird sie dennoch sehr oft danach bestimmt, weil andere Prüfungsmethoden für die Zwecke des gemeinen Lebens zu umständlich sind.

Als Normalsatz wird in England Essig von 1,0085 spez. Gew. angenommen, der 5 Proz. reine Essigsäure enthält, und von den englischen Essigfabrikanten Nr. 24 genannt wird. Jedes Gallon von solchem Essig gibt 2 d. Steuer. Man bestimmt jedoch die Stärke der Essige nicht unmittelbar nach dem spezifischen Gewichte, sondern nachdem man ihn mit Kalkhydrat gesättigt hat; weil dadurch die Dichtigkeit vermehrt und die Beobachtung am Aräometer erleichtert wird. Hiebei hat es sich gezeigt, daß die Dezimalstellen der Zahl, die das spezifische Gewicht nach der Sättigung mit Kalk angibt, fast genau das Doppelte von dem Bruche sind, der vor der Sättigung erhalten wird. Wenn z. B.

Digitized by Google

ein Essig im reinen Zustande 1,009 am Aräometer zeigt, so gibt er nach der Sättigung mit Kalk 1,018.

Im Malzessig ist jederzeit eine bedeutende Menge Schleim und Gummi enthalten, daher denn auch ein solcher Essig ein größeres spezifisches Gewicht besitzt, als er seinem Säuregehalte nach besitzen sollte. Dieses gibt sich zwar theilweise bei der Sättigung mit Kalk zu erkennen, indem sich bei einem Gummi haltenden Essig nicht der ganze Dezimalbruch, sondern nur derjenige Theil desselben verdoppelt, der auf Rechnung der Essigsäure kommt. Und es würde theoretisch möglich sein, aus der verhältnißmäßigen Differenz der Brüche vor und nach der Sättigung mit Kalk, den wahren Säuregehalt zu ermitteln. Da inzwischen die Unterschiede sehr klein sind, außerdem die Temperatur und andere Umstände mit in Betracht kommen, so bleibt das Aräometer bei der Essigprüfung stets ein sehr wenig brauchbares Instrument. Weit sicherer ist die Prüfung durch Sättigung mit einer Basis, wozu sich das doppelt kohlensaure Kali sehr gut eignet, theils weil es sich sehr wohl im unveränderten Zustande aufbewahren läßt, und weil es bei seiner Löslichkeit im Wasser die Essigsäure sehr leicht und vollständig neutralisirt, theils auch weil zufällig das Atomgewicht desselben fast genau das Doppelte von dem der wasserfreien Essigsäure ist. Wenn man daher 200 Gran doppelt kohlensaures Kali in irgend einem bestimmten Gewicht oder Maaße Wasser auflöst, so würde diese Lösung 100 Gran wasserfreie Essigsäure sättigen. Gesetzt nun, man nähme 1000 Gran einer Essigprobe, und brauchte zu ihrer Sättigung die Hälfte jener Lösung, so würde hieraus folgen, daß die 1000 Gran Essig 50 Gran reine Essigsäure enthielten. Um sich die Mühe der vielen Abwägungen zu ersparen, kann man sowohl den Essig, wie auch die Probeflüssigkeit in einer graduirten Röhre messen, die am bequemsten in 100 gleiche Theile getheilt wird. Man bereitet nun einen Vorrath Probeflüssigkeit in der Stärke, daß 100 Maaßtheile der Meßröhre 200 Gran doppelt kohlensaures Kali enthalten. Bei den einzelnen Proben mißt man 1000 Maß Essig ab, und untersucht, wie viele Maßtheile der Probeflüssigkeit zu seiner Sättigung erforderlich sind. Die gefundene Zahl durch 10 dividirt, gibt den Prozentgehalt des Essigs an reiner Säure.

Ueber den von einer Malzessigbrauerei in England zu ziehenden Gewinn gibt uns Ure die folgende Veranschlagung. Jährliche Produktion 100000 Gallons. Die Fabrikationskosten für Einen Monat belaufen sich auf:

	Lstr.	ß.	d.
Kosten an rohem Material und Feuerung pr. Gallon $8^{3}/_{4}$ d.	303	16	2
Arbeitslohn für 8 Arbeiter, jeder 25 ß. die Woche.	40	0	0
Besoldung für Werkmeister, Buchhalter und Reisenden	83	6	8
Reisekosten	30	0	0
3 Pferde zu unterhalten	7	10	0
Abgaben (rent and taxes)	25	0	0
	489	12	10
	Lstr.	ß.	d.
Also Fabrikationskosten in 12 Monaten . .	5875	18	0
Steuer von 100000 Gallons, à 2. d. . .	833	6	8
Zinsen von 4295 Lstr. 8 ß. 4 d. Kapital . .	214	4	5
Summa	6923	9	1
Dafür erhalten 100000 Gallons à 1 ß. 8 d. .	8333	6	8
Bleibt Gewinn	1409	17	7

Essigsaure Salze. Die technisch wichtigsten sind die essigsaure Thonerde, das essigsaure Kupfer, Eisen, Blei, Natron und Kalk. M. s. hierüber die Artikel: „Rothbeize“ und „Beizen“, „Grünspan“, „Kattundruckerei“, „Bleizucker“, „Essigsäure“.

Extrakte. (Extracts, Extraits.) Man versteht hierunter in der Pharmazie den durch Abdampfen von Pflanzensäften, Aufgüssen und

Digitized by Google

Abkochungen erhaltenen, entweder ganz trocknen und harten, oder breiartigen Rückstand. Je nachdem der Auszug mit Wasser, Alkohol oder Aether bereitet ist, unterscheidet man wohl wässerige, geistige und ätherische Extrakte.

Fourcroy, der sich vielfach mit diesem Gegenstande beschäftigte, nahm an, daß in allen Extrakten eine gemeinschaftliche Grundlage enthalten sei, die er Extraktivstoff nannte; Chevreul aber und andere Chemiker haben seitdem dargethan, daß dem nicht so ist, sondern daß dieser Extraktivstoff je nach der Natur des Stoffes, aus welchem er erhalten ist, sehr verschiedene Eigenschaften haben kann. Das Wort Extrakt kann daher gar nicht zur Bezeichnung eines bestimmten Körpers dienen, sondern bezeichnet nur den Inbegriff aller löslichen Theile einer Pflanze oder eines Pflanzentheiles, die durch vorsichtiges Abdampfen mehr oder weniger zur Trockne gebracht sind.

Die wässerigen Extrakte, und von dieser Art sind die allermeisten, sind eben so mannigfaltig als die Pflanzen, aus denen sie dargestellt wurden. Einige enthalten hauptsächlich nur Zucker oder Gummi und verhalten sich gegen den Organismus ziemlich indifferent, während andere sehr energisch wirkende, zum Theil höchst giftige Stoffe enthalten.

Die Hauptsache bei Bereitung der Extrakte liegt in der vorsichtigen Regulirung der Temperatur, um das Anbrennen zu vermeiden.

Am besten werden die Extrakte aus dem frischen Safte der Pflanze angefertigt, indem man die Blätter und andere saftreiche Theile in einer kräftigen Schrauben- oder hydraulischen Presse auspreßt, und im Wasserbade bei einer, nicht über 40 bis 50° steigenden Temperatur abdampft. Bei Extrakten, die schon eine höhere Temperatur ertragen, kann man mit Vortheil ein Dampfbad anwenden, wo man es in seiner Gewalt hat, durch Spannung der Dämpfe die Temperatur beliebig bis zu einer gewissen Grenze zu steigern.

Bei weitem die beste Art, das Abdampfen zu bewirken, besteht in der Benutzung des luftleeren Raumes, indem hier die Verdampfung schon bei einer ganz niedrigen Temperatur vor sich geht, und außerdem der Vortheil erreicht wird, daß nicht, wie dieß beim Abdampfen an der Luft der Fall ist, ein Theil der aufgelösten Substanzen durch Oxydation und Bildung des so genannten Extrakt-Absatzes, unauflöslich wird, und dadurch verloren geht. Die Herstellung eines Apparates zum Abdampfen im luftleeren Raum ist ganz und gar nicht so schwierig, wie man sich im Allgemeinen vorstellt. Das Vakuum kann entweder durch Wasserdampf oder eine Luftpumpe erzeugt werden. Eine etwas große und kräftig wirkende Luftpumpe reicht hin, um mehrere Abdampfgefäße in Thätigkeit zu setzen. Die nähere Einrichtung solcher Abdampfapparate ist in dem Artikel „Abdampfen“ nachzusehen.

Bei sehr leicht zersetzbaren Säften oder Aufgüssen nimmt man die Abdampfung wohl in der Kälte vor. Man gibt den Saft in flache Weingläser und stellt diese in eine Schale mit konzentrirter Schwefelsäure unter den Rezipienten der Luftpumpe. Indem nun die Verdampfung im leeren Raume rasch vor sich geht, und die Schwefelsäure die gebildeten Wasserdämpfe stets absorbirt, gelangt das Extrakt in wenigen Tagen zu der verlangten Konsistenz oder selbst zur Trockne, ohne daß eine Zersetzung der wirksamen Theile möglich ist.

F.

Fächer (Fan, Eventail), gewöhnlich ein halbkreisförmiges Stück Seidenzeug oder Papier theils einfach, theils, und zwar häufiger, doppelt zusammengeklebt, in welches dünne Stäbchen Holz, Elfenbein, Schildpat, Fischbein oder dgl. ungefähr in der Art, wie die Federn eines Pfauen-

Digitized by Google

schweifes so eingelegt sind, daß sie sich nach Belieben nebst dem daran befestigten Papier oder Zeuge zusammen falten oder ausbreiten lassen. Besonders die Damen bedienen sich derselben theils zur Kühlung, theils zum Schmuck. Fächer aus Vogelfedern zusammengesetzt, sind seit undenklichen Zeiten schon bei den Völkerschaften der tropischen Gegenden in Gebrauch.

Fahlerz, auch Panabase genannt; ein Kupfererz, das jedoch oft so bedeutende Mengen Silber hält, daß es dann mit demselben Recht zu den Silbererzen gezählt werden darf. Man kann zwei Arten unterscheiden; 1) das Antimonfahlerz, bestehend aus Schwefelkupfer und Antimoneisen, in welchem in der Regel auch Silber vorkommt; 2) das Arsenikfahlerz, bestehend aus Schwefelkupfer und Arsenik-Eisen.

Farben (zusammengesetzte). Nicht jeder Farbenton kann beim Färben durch ein besonderes Pigment hervorgebracht werden, vielmehr ist man häufig genöthigt, durch gleichzeitige Anwendung verschiedener Farbstoffe und Beizen die bezweckte Nüance darzustellen. Gäbe ein jedes Pigment unter allen Verhältnissen nur eine und dieselbe Farbe, und hätte die Gegenwart verschiedener Beizen und der übrigen, in einem Farbebad vorhandenen Substanzen keinen Einfluß auf den durch einen jeden Farbstoff zu erzeugenden Farbenton, so könnte man beim Färben mit verschiedenen Pigmenten zugleich, die resultirende Farbe in Voraus berechnen. Dies ist jedoch keineswegs immer der Fall, und der Färber ist zur Zeit noch, so wie in vielen andern Punkten dieser Kunst, so auch besonders bei Herstellung von zusammengesetzten Farben, fast ganz der Empirie überlassen.

Zu den zusammengesetzten Farben gehören alle Schattirungen von Grün, die aus Blau und Gelb zusammengesetzt werden, weil man zur Zeit noch kein ursprünglich grünes Pigment kennt, das sich zur Färberei eignete. Nach D'Ambourney soll zwar der gegohrne Saft der Kreuzdornbeeren (von rhamnus frangula) ein ächtes Grün liefern, was jedoch noch sehr einer Bestätigung bedarf; und schwerlich wird sich ein gewissenhafter Färber zum Gebrauch eines vegetabilischen grünen Pigments leicht entschließen.

Roth und Blau geben Violett, Purpur, Kolumbin, Pensée, Amaranth, Lila, Malvenfarbe und eine Menge anderer ähnlicher Schattirungen.

Roth und Gelb bilden Orange, Mordoré, Koquelikot, Ziegelroth, Kapuzinerroth u. a. Mit Zusatz von Blau entstehen die verschiedenen Abänderungen von Olivengrün. Roth mit Dunkelbraun statt Gelb bewirkt Kastanienbraun, Tabakbraun und andere röthlich braune Nüanzen.

Durch größeren oder geringeren Zusatz von Schwarz kann sämmtlichen Farben eine mehr oder weniger dunkle Schattirung ertheilt werden, u. s. w. Man vergleiche die Artikel „Kattundruckerei“ und „Färberei.“

Färberei (Dyeing, Teinture), die Kunst, Wolle, Seide, Baumwolle, Flachs, Haar, Federn und andere organische Stoffe mit Farbstoffen dergestalt zu imprägniren, daß diese weder durch Waschen, noch auch durch den Gebrauch, dem diese Stoffe im gemeinen Leben bei ihrer Anwendung zu Kleidungsstücken, Möbeln u. dgl. unterliegen, sich wieder ablösen.

Der vorliegende Artikel wird sich mehr auf die allgemeinen Prinzipien der Färberei beschränken, indem theils die einzelnen Farbstoffe und die Verfahrungsarten beim Färben mit ihnen, in besonderen Artikeln, z. B. „Kochenille“, „Indig“, „Krapp“ abgehandelt sind, theils aber auch eine vollständige Anleitung in der Färberei die Gränzen unseres Werkes weit überschreiten würde.

Das Färben ist ein fast rein chemischer Prozeß, daher denn auch die theoretischen Grundsätze nur mit Hülfe chemischer Kenntnisse aufgefaßt

Digitized by Google

werden können. Dennoch sind viele Zweige dieser, so wie vieler andern chemischen Prozeduren schon seit uralten Zeiten in Ausführung gebracht, bevor an eine wissenschaftliche Erklärung auch nur zu denken war. Nicht minder bei den am meisten zivilisirten, als den allerrohesten Volkern zeigt sich die Sucht, durch schön gefärbte Kleidungsstücke sich bemerklich zu machen, ja wohl selbst den Korper zu bemalen. Schon Moses erwähnt blau, purpurn und scharlach gefärbter Kleider und rothgefärbter Schafhäute, woraus man schließen darf, daß schon zu seiner Zeit die Färberei zu einem gewissen Grade von Ausbildung gelangt war. Auf seinen Befehl wurde die Stiftshütte mit Purpurstoff behängt, und auch der Hohepriester trug ein solches Gewand.

In dem Artikel „Kattundruckerei" ist aus den Nachrichten des Plinius dargethan, daß die alten Egyptier schon die Zeugdruckerei in einem gewissen Grade rationell betrieben, daß sie sich schon der Beizen bedienten, solcher Substanzen nämlich, die, ohne allein für sich eine Färbung zu bewirken, dennoch die Eigenschaft besitzen, Farbstoffe anzuziehen (colorem sorbentibus medicamentis) und so die Farben auf den meisten Zeugen zu befestigen. Vorzugsweise aber war es Tyrus, wo die Färberei und der Handel mit gefärbten Stoffen in größter Ausdehnung betrieben wurde. Höchst wahrscheinlich wurde auch der Purpur, der in jenen Zeiten als Symbol fürstlicher und priesterlicher Würde galt, in Tyrus erfunden, welches der Purpurfärberei einen Theil seiner Reichthümer und seiner Größe verdankte. Auch Homer liefert einen Beweis für den hohen Werth und das Alter der Purpurgewänder, indem er seine Helden damit bekleidet. So sollen sich auch Purpurgewänder unter den Geschenken befunden haben, die die Israeliten von der Beute, die sie den Midianitern abgenommen, dem Gideon machten.

Der zur Purpurfärberei dienende Saft wurde von zwei verschiedenen Schnecken gewonnen, die Plinius unter den Namen purpura und buccinum beschreibt. Der Saft soll sich in einem Bläschen in dem Halse der Schnecke, aber in so geringer Menge befinden, daß eine jede nur einen Tropfen davon liefert. Eine weniger lebhafte Farbe soll dadurch gewonnen worden sein, daß man die ganzen Schnecken zerquetschte, und zum Färben verwandte. Das von den Alten beobachtete Verfahren beim Purpurfärben bestand darin, daß sie den aus einer großen Menge von Schnecken gesammelten Saft mit etwas Seesalz versetzten, und drei Tage lang stehen ließen, ihn dann mit der fünffachen Menge Wasser verdünnten, ihn abermals in gelinder Wärme 6 Tage lang aufbewahrten, mitunter von den sich auf der Oberfläche ansammelnden Membranen reinigten, und nun zum Färben verwandten. Die weiße Wolle wurde mit Kalkwasser, oder dem Saft einer Ficusart präparirt, und nun zur Erzeugung des schönsten Tyrischen Purpurs einer doppelten Färbung unterworfen, indem man sie zuerst in den Saft der purpura, und darauf in den von buccinum einlegte. Zum Färben von 50 Gewichtstheilen Wolle waren 100 Theile des präparirten Saftes von purpura und 200 Theile des anderen erforderlich. Mitunter erhielt die Wolle eine vorläufige Färbung mit Coccus, unserem Kermes, und wurde dann nur noch mit dem kostbaren Schneckensaft nachgefärbt.

Der Purpur, wenn auch wahrscheinlich nicht so brillant, wie die Farben, die wir gegenwärtig mit der Kochenille erzeugen, scheint doch sehr dauerhaft gewesen zu sein, denn Plutarch berichtet in seinem Leben Alexanders cap. 36, daß die Griechen in dem Schatz des Konigs von Persien eine große Menge Purpurstoff fanden, der, obgleich schon 190 Jahre alt, dennoch seine ganze anfängliche Schonheit besaß.

Die große Mühe beim Zusammenbringen so vieler Purpurschnecken, und die Weitläufigkeiten beim Färben damit gaben der Tyrischen Purpur-gefärbten Wolle einen so hohen Werth, daß zu Augustus Zeit ein Pfund derselben etwa 200 Rthlr. nach unserem jetzigen Geldwerth kostete.

Digitized by Google

Aber ungeachtet dieses enormen Preises kleideten sich die reichern Römer gern in Purpur, bis endlich sich die Kaiser das Recht anmaßten, allein Purpur zu tragen, und allen andern Personen den Gebrauch desselben untersagten. Dieses Verbot gab der Purpurfärberei bald den Todesstoß; sie ging zuerst in dem westlichen, nachher auch dem östlichen Theil des römischen Reiches unter, und nur in einigen wenigen kaiserlichen Färbereien hielt sie sich bis zum eilften Jahrhundert.

In Griechenland wurde die Färberei sehr wenig ausgeübt, die Athenienser trugen meistentheils wollene Zeuge in ihrer natürlichen weißen Farbe; in Rom dagegen scheint sie in einiger Ausdehnung betrieben worden zu sein. Bei den Circensischen Spielen unterschieden sich die verschiedenen Parteien durch die Farbe ihrer Anzüge. Plinius spricht von Grün, Orange, Grau und Weiß. Die Hauptmaterialien der römischen Färber waren: natürlicher, stark eisenhaltiger Alaun, Eisenoxidtriol, Kupfervitriol, Alkanna, das, noch jetzt zur Orseillebereitung dienende lichen roccella, Ginster, Krapp, Waid, Galläpfel, Granatkerne und die Früchte einer egyptischen Acacia.

In neuerer Zeit haben sich Gage, Cole, Plumier, Reaumür und Duhamel mit Versuchen beschäftigt, den antiken Purpur mit dem Safte von Schnecken zu erzeugen, die sie in verschiedenen Gegenden am Meerufer hatten sammeln lassen. Es ist ihnen allerdings gelungen, damit eine purpurrothe Färbung zu erzeugen, die jedoch weit hinter dem Purpur zurückstand, der mit unsern jetzigen Materialien erzielt wird. Der Saft von buccinum ist anfänglich weiß, wird aber an der Luft gelblich grün mit einem Stich ins Blaue, später geht die Farbe in roth über, und zuletzt in ein tiefes Purpurroth von ausgezeichneter Lebhaftigkeit. In völliger Uebereinstimmung hiemit ist das Verhalten des Purpursaftes in dem Werke eines Augenzeugen der antiken Purpurfärberei, der Eudoxia Macrembolitissa, Tochter des Kaisers Constantin VIII., die im 11. Jahrhundert lebte, beschrieben, worin sie auch eine ganz genaue Anweisung gibt, die Purpurschnecken einzufangen.

Seit der Entdeckung von Amerika sind mehrere der ausgezeichnetsten Farbenmaterialien, die früher in Europa völlig unbekannt waren, von dort her in den allgemeinen Gebrauch übergegangen, wie z. B. Kochenille, Querzitronrinde, Brasilienholz, Blauholz, Orlean u. a. Auch die eigentliche Indigfärberei ist erst in späteren Jahrhunderten bekannt geworden, denn die Alten benutzten den Indig oder Waid nur als eine blaue Farbe, die sie nur mechanisch auf die Wolle auftrugen.

Der Hauptgrund aber der außerordentlichen Ueberlegenheit der jetzigen Färberei im Vergleich mit der der alten Völker, liegt in der Anwendung von reinem eisenfreien Alaun und von Zinnsalz als Beitzen, entweder allein, oder in Verbindung mit andern Metalloxyden; denn Alaun und Zinnsalz sind es vorzugsweise, denen unsere jetzigen Farben ihre Tiefe, ihr Feuer und ihre große Dauerhaftigkeit verdanken. Eine fernere Vervollkommnung der neueren Färberei liegt in der Kunst, farbige metallische Niederschläge in den Poren der Faser entstehn zu lassen, wie z. B. das Färben mit Berlinerblau, Chromgelb, Manganbraun u. a. m.

Unter der Regierung der Königin Elisabeth kam der Indig als eine höchst giftige Waare dergestalt in Verruf, daß sein Gebrauch durch eine eigene Parlamentsakte verboten wurde. Die Polizeibeamten erhielten Befehl, ihn sowohl, wie alles Blauholz, daß sie in irgend einer Färberei antreffen würden, ohne Weiteres zu verbrennen, und diese Akte blieb bis zur Zeit Karls II., also fast ein volles Jahrhundert, in Wirksamkeit. Ein schlagendes Beispiel von den außerordentlichen Nachtheilen, die der Industrie aus einer schlechten, unwissenden Gesetzgebung entspringen können.

Die Farben, in physikalischem Sinne, sind genau genommen, nichts Körperliches, sondern sie beruhen nur auf dem besondern Eindruck, den die,

Digitized by Google

von der Oberfläche eines Körpers zurückgeworfenen, und dabei in gewisser Beziehung zersetzten Lichtstrahlen auf unser Sehorgan hervorbringen. Die Optik lehrt uns, daß das weiße Sonnenlicht, also die Lichtstrahlen, die von der Sonne ausgehen, nicht gleichartig sind, sondern einen verschiedenfarbigen Eindruck auf das Auge bewirken, daß, mit andern Worten, das weiße Sonnenlicht aus verschiedenfarbigen Lichtstrahlen zusammengesetzt ist, die zusammenwirkend den Eindruck des gewöhnlichen weißen Lichtes hervorbringen, die sich aber durch verschiedene Mittel, am besten durch ein Glasprisma, so von einander trennen lassen, daß sie eine dahinter befindliche Wand an verschiedenen Punkten treffen und beleuchten, wodurch das sogenannte Spektrum entsteht, ein Raum, der mit den verschiedenen Farben in bestimmter Reihefolge erleuchtet ist. Diese Farben verlaufen zwar unmerklich in einander, lassen sich aber doch in sechs oder sieben bestimmt verschiedene Farben unterscheiden, in Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigblau und Violett. Die Körper nun verhalten sich gegen die Lichtstrahlen verschieden; einige haben die Eigenschaft, sämmtliche auf sie auffallende Lichtstrahlen zu zerstören, mithin kein Licht zurückzuwerfen, und erscheinen uns *schwarz*, andere wiederum werfen das auffallende Licht vollständig und unverändert zurück; dies sind die *weißen* Körper, noch andere endlich zerstören gewisse Lichtstrahlen, werfen aber andere zurück, und bewirken so die verschiedenen Farben der Körper. Gesetzt ein Körper hätte die Eigenschaft, nur allein die *rothen* Strahlen zurückzuwerfen, die übrigen aber zu zerstören, so würde er natürlich unserem Auge nur in rothem Licht erscheinen, wir würden ihn also roth nennen. Dabei ist es nicht gerade nothwendig, daß die übrigen Strahlen vollständig zerstört werden; es kann sein, daß ein guter Theil des weißen Lichtes der Zersetzung entgeht, und unverändert zurückgeworfen wird, aber wenn auch nur ein Theil des Lichtes zersetzt, und dadurch die verhältnißmäßige Menge der einzelnen farbigen Strahlen in dem zurückgeworfenen Licht abgeändert wird, so muß der Körper farbig erscheinen. Nach diesem Sachverhältniß sieht man, daß die Färberei eigentlich in der Kunst besteht, auf der Oberfläche des zu färbenden Stoffes solche Substanzen zu befestigen, die die Eigenschaft haben, die farbigen Lichtstrahlen auf bestimmte Art zu zersetzen, oder auch ganz zu zerstören.

Wenn die verschiedenfarbigen Strahlen, nachdem sie durch ein Prisma getrennt worden, wieder zusammengeleitet werden, so geben sie wieder weißes Licht, als wäre mit ihnen inzwischen gar keine Aenderung vorgegangen. Daß nun aber, gesetzt, der eine oder andere farbige Theil des Lichtes bliebe bei der Wiedervereinigung aus, dann kein weißes Licht zu Stande kommen könnte, ist klar. Wenn z. B. die farbigen Strahlen durch ein Prisma getrennt, und wieder zusammengeleitet, die rothen Strahlen aber zurückgehalten würden, so würden die übrigen Farben, mit Ausschluß der rothen Strahlen, zusammen *Grün* geben. Hielte man auf ähnliche Art die gelben Strahlen zurück, so würde der Rest der Strahlen Violett erzeugen; hinderte man umgekehrt die violetten, so wie die rothen und blauen Strahlen (die durch ihre Vereinigung ebenfalls Violett bilden) an der Wiedervereinigung mit den übrigen, so erhielte man Gelb.

Da nun aber mehrere Farben des Spektrums, namentlich Orange, Grün und Violett, sich durch Mischung anderer herstellen lassen, so ist kein Grund vorhanden, das Orange, Grün und Violett des Spektrums als einfache Farben zu betrachten, und da auch das Indigblau nur als eine unbedeutende Modifikation des reinen Blau erscheint, so nimmt man nur die drei Farben, *Roth*, *Gelb* und *Blau* als eigentliche Grundfarben an, und nennt allemal diejenigen Farben, die sich einander zu weißen Licht ergänzen, *komplementaire* Farben. So ist Blau die komplementaire Farbe zu Orange (Roth und Gelb), Roth zu Grün, Violett zu Gelb.

Digitized by Google

Nach diesen Betrachtungen könnte man auf den ersten Blick zu der Vermuthung verleitet werden, daß, wenn man einen weißen Zeug zugleich roth, gelb und blau färbte, er weiß bleiben müßte. Das Resultat eines solchen Versuches würde aber darin bestehen, daß eine dunkelgraue Farbe zum Vorschein käme, deren Ursache sich bei näherer Erwägung auch leicht genug erklärt.

Jedes der drei angewandten Pigmente hat die Eigenschaft, nur eine Art der farbigen Lichtstrahlen zurückzuwerfen, die beiden andern aber, also $^2/_3$ des auffallenden Lichtes, zu zerstören. Wenn nun jedes Theilchen der drei Pigmente $^2/_3$ des Lichtes zerstört, so wird auch eine noch so innige mechanische Mengung derselben eben dasselbe thun; der Körper wird in einer Mischung von Roth, Blau und Gelb, also weiß erscheinen, aber, da er nur $^1/_3$ des auffallenden Lichtes zurückstrahlt, in sehr verminderter Helligkeit, also grau. Ein Blatt Papier beim hellen Tageslichte betrachtet, erscheint weiß, im Halbdunkel dagegen, wo es weniger Licht empfängt und zurückstrahlt, grau.

Ein technisch wichtiges Verfahren steht mit diesen Erscheinungen im genauen Zusammenhange; das Blauen der weißen Garne, Zeuge, Papiere u. dgl. Wenn nämlich solche Stoffe, die nicht rein weiß sind, sondern einen Stich ins Gelbliche besitzen, mit ein wenig Ultramarin, Kobaltblau oder Berlinerblau versetzt werden, so gewinnen sie ungemein an Weiße. Diese Farbstoffe nämlich, besonders die erstern beiden, spielen stark ins Violette, strahlen also außer blauen, auch eine geringere Menge von rothen Lichtstrahlen zurück. Die gelbliche Farbe der Zeuge ist ebenfalls nicht rein gelb, sondern ins bräunlich-rothe übergehend; und so setzt sich denn aus dem röthlichen Blau und röthlichem Gelb ungefärbtes Licht zusammen. Aus eben diesen Gründen hat man in neuerer Zeit angefangen, die Seide, statt, wie früher, mit reinem Blau, mit einer Mischung von Berlinerblau und Kochenille weiß zu machen, indem sich bei genauerer Betrachtung ergeben hat, daß der gelbliche Schein der entschälten Seide besser durch Violett, als durch reines Blau kompensirt wird.

Daß übrigens bei der Mischung mehrerer Farben sich aus ihnen ein einziger Gesammteindruck ergibt, liegt darin, daß die einzelnen farbigen Partikeln so klein sind, und einander so nahe liegen, daß sie das Auge nicht zu unterscheiden vermag, und daher einen zusammengesetzten Eindruck empfängt. In vielen Fällen ist es durch Anwendung eines Mikroskops möglich, einzelne verschiedenfarbige Stellen zu unterscheiden, wo das unbewaffnete Auge eine einzige gleichartige Farbe erblickt.

Im Zusammenhange mit der Lehre von den komplementairen Farben steht auch die Lehre von dem Kontrast der Farben. Wenn nämlich das Auge zwei Farben neben einander erblickt, die, sei es in der Art, sei es auch nur in dem Grade von Lebhaftigkeit, von einander abweichen, so bewirkt eine jede derselben durch ihre Gegenwart eine Modifikation in dem Eindruck, den die andere auf das Auge hervorbringt. Wenn nämlich das Auge den Eindruck irgend einer recht lebhaften Farbe empfängt, z. B. eine lebhaft rothe Fläche betrachtet, und plötzlich von dieser auf eine weiße Fläche blickt, so erscheint ihm die weiße Fläche grünlich, d. h. in der komplementairen Farbe von Roth; denn durch den starken Eindruck des rothen Lichtes ist das Auge gegen die rothen Lichtstrahlen in gewissem Grade abgestumpft, also dagegen weniger empfindlich, als gegen das blaue und gelbe Licht. Blickt es also in diesem Zustande auf eine weiße Fläche, welche alle drei Lichtarten zurückwirft, so empfindet es vornehmlich den Eindruck der Strahlen, gegen die es *nicht* vorher abgestumpft wurde, also der blauen und gelben, und die Fläche erscheint ihm mithin grün. Dasselbe findet Statt, wenn das Auge zu gleicher Zeit eine gefärbte und eine weiße

Digitized by Google

Fläche neben einander erblickt. Auch hier erscheint die weiße Fläche in der komplementairen Farbe von der gefärbten. Ja selbst, wenn zwei verschiedene Farben sich neben einander befinden, erscheint eine jede derselben in gewissem Grade in der komplementairen Farbe der anderen. Gesetzt, ein grün gefärbter Streif befände sich neben einem orange gefärbten. Durch die Nähe von Grün erscheint das Orange röthlicher, als es allein für sich betrachtet erscheinen würde. Ebenso bewirkt die Nähe des orange-gefärbten Streifens, daß der grüne bläulicher zu sein scheint, als er wirklich ist. Dieser sehr instruktive Versuch läßt sich am besten auf die Art anstellen, daß man zwei ganz gleiche grüne, und ebenso zwei gleiche orange-farbige Streifen Papier so vor sich hinlegt, daß ein grüner und ein orangefarbiger Streif unmittelbar an einander zu liegen kommen, während der zweite grüne Streif in einiger Entfernung von dem ersten, aber an derselben Seite; der zweite orangefarbige ebenso in einiger Entfernung seitwärts von dem ersten liegt. Es ist nun sehr deutlich zu bemerken, wie das Grün in der Nähe das Orange blauer erscheint, als der seitwärts liegende grüne Streif, und ebenso das Orange neben dem Grün röthlicher, als das isolirt liegende.

Aehnliche Erscheinungen zeigen sich hinsichtlich der Helligkeit und Dunkelheit der Farben. Eine Farbe von bestimmter Dunkelheit unmittelbar neben einer weit dunkler gefärbten Fläche betrachtet, erscheint durch den Kontrast weniger dunkel, als sie in Wirklichkeit ist. Gesetzt man habe 16 Papierstreifen in verschiedenen Graden von Roth; Nro. 1 wäre die hellste, Nro. 16 die dunkelste Farbe, und die übrigen bildeten eine allmählige Stufenleiter zwischen ihnen. Wenn man nun Nro. 2 und Nro. 15 neben einander legt; Nro. 1 aber in einiger Entfernung seitwärts von Nro. 2, ebenso Nro. 16 in einiger Entfernung seitwärts von Nro. 15, so erscheint Nro. 2 durch den Kontrast mit der nebenliegenden viel dunklern Nr. 15 eben so hell, wie Nro. 1, und Nro. 15 durch den Kontrast mit der nebenliegenden Nro. 2 eben so dunkel, wie die Nro. 16.

Hieher gehört auch die Erscheinung, daß, wenn schwarze oder graue Figuren auf einem farbigen Grund gedruckt sind, sie nicht rein schwarz oder grau, sondern in gewissem Grade in der komplementairen Farbe von der des Grundes sich darstellen. Will man daher die Farbe dieser Figuren richtig beurtheilen, so muß man ein mit entsprechenden Ausschnitten versehenes graues oder weißes Papier in Anwendung bringen, wodurch der Grund bedeckt wird, und nur die Figuren gesehen werden können. Besonders wenn es sich darum handelt, gleichgefärbte Figuren auf verschiedenfarbigem Grunde zu vergleichen, ist es unerläßlich, das eben angegebene oder irgend ein anderes Mittel zu benutzen, um die Farben der Figuren gehörig zu isoliren.

Die Theorie der Färbekunst beruhet, wie schon erwähnt, vornehmlich auf rein chemischen Prinzipien; bei fabrikmäßiger Ausübung der Färberei bedarf sie indessen, wie sich leicht denken läßt, auch mannigfaltiger mechanischer Hülfsmittel.

Die wesentlichen Grundzüge der Färbekunst können nach der folgenden Anordnung abgehandelt werden.

1. Die Vorbereitung der zu färbenden Stoffe, sei es im Zustande ungesponnener Fasern, des Garns oder eines fertigen Gewebes.
2. Die Wechselwirkung zwischen diesen Substanzen und einfachen Stoffen.
3. Die Wechselwirkung zwischen ihnen und Säuren.
4. Zwischen ihnen und den Salzbasen.
5. Zwischen ihnen und Salzen.
6. Zwischen ihnen und neutralen, nicht zu den Salzen gehörenden unorganischen Verbindungen.
7. Zwischen ihnen und den organischen Pigmenten.

Digitized by Google

8. Die Haltbarkeit der erzeugten Farben bei Einwirkung von Wärme, Licht, Wasser, Sauerstoff, atmosphärischer Luft, im kochenden Seifenwasser und andern Reagentien.

9. Die Färberei in ihrem Zusammenhange mit der Chemie.

10. Die Färberei in Beziehung zur Physik, besonders der Lehre von der Wärme, vom Licht, der Mechanik und Hydraulik.

1. Vorbereitung der zu färbenden Substanzen.

Der Zweck solcher Vorbereitungen besteht darin:

a) sie von allen etwa anhängenden fremden Stoffen zu reinigen.

b) sie in einen Zustand zu versetzen, wo sie geneigter sind, sich mit den Pigmenten zu vereinigen.

Die fremden Substanzen, deren Beseitigung vor dem Färben unerläßlich ist, können wiederum entweder von Natur in den Stoffen vorkommen, oder bei ihrer Bearbeitung, besonders beim Spinnen und Weben, oder sonstigen Manipulationen theils absichtlich, theils zufällig hineingebracht sein. So ist es bei der vegetabilischen Faser in der Regel nöthig, sie von einem stickstoffhaltigen, firnißartigen Ueberzuge, von einer in ihrer Substanz häufig vorkommenden gelben Farbestoffe, von etwas anhängendem Kalk und Eisenoxyd, oft von Blattgrün und Gallertsäure zu reinigen. In den Artikeln „Bleichen", „Seide", „Wolle", ist das Nähere über diese Vorbereitungen nachzusehen.

2. Die Wechselwirkung zwischen diesen Substanzen und einfachen Stoffen.

Da die vegetabilische Faser aus drei, die thierische gar aus vier Elementen zusammengesetzt ist, die sich bereits im Zustande gegenseitiger Sättigung befinden, so findet zwischen ihnen und den einfachen Stoffen fast gar keine Verwandtschaft Statt. Die einfachen Stoffe gehen eigentlich nur Verbindungen unter einander ein, und treten nur in einzelnen wenigen Fällen mit binairen Verbindungen zusammen. Mit drei- oder vierfachen Verbindungen aber sehen wir sie nie sich vereinigen, und wenn ja eine Wechselwirkung dieser Art bemerkt wird, so geht sie nur unter gleichzeitiger Zersetzung jener drei- oder vierfachen Verbindung vor sich, wie dies z. B. bei der Einwirkung von Chlor auf die animalische Faser der Fall ist.

3. und 4. Verhalten der Stoffe gegen Säuren und Salzbasen.

Wenn gleich die vegetabilische und animalische Faser im Allgemeinen den indifferenten Körpern beigezählt werden muß, so bemerkt man doch, daß sie größere Verwandtschaft zu den Säuren besitzt, als zu den Basen, daß sie daher mit mehr Recht zu der Klasse der Salzbasen, als der Säuren zu rechnen ist. Wenn man trockne und ganz reine Wolle, Baumwolle u. dgl. in eine alkalische oder saure Flüssigkeit von genau bekannter Stärke einlegt, sie, nach einigem Verweilen darin, wieder herausnimmt, und die Flüssigkeit jetzt wieder auf ihren Gehalt prüft, so muß es sich an der veränderten oder nicht veränderten Stärke der Lösung zeigen, ob die Faser von dem Alkali oder der Säure aufgenommen hat, oder nicht. Nimmt man Wolle oder Seide zu diesem Versuch, so absorbiren sie sowohl Schwefel-, wie Salzsäure. Baumwolle aber und Flachs sollen nur Wasser einsaugen, die Säuren dagegen zurücklassen, so daß zwischen ihnen und der Säure keine Verwandtschaft vorhanden zu sein scheint. Aber auch bei Wolle und Seide ist die Verwandtschaft so gering, daß man durch fortgesetztes Auswaschen mit vielem Wasser, die aufgenommene Säure wieder ausziehen kann.

5. Ganz auf gleiche Art kann man die Stoffe auf ihre Verwandtschaft zu den Salzen prüfen, indem man sie in eine Salzauflösung von bestimmter Stärke einlegt. Wolle, in eine Alaunauflösung gebracht, nimmt Alaun daraus auf, der aber von kochendem Wasser vollständig wieder ausgezogen wird. Ganz so verhalten sich Eisen-,

Digitized by Google

Kupfer- und Zinkvitriol. Seide, in oxydhaltige Eisenvitriollösung gelegt, nimmt Eisenoxyd auf, färbt sich dadurch gelblich, und läßt die Lösung in mehr sauerem Zustande, als sie vorher war, zurück. Wird Wolle mit Weinsteinlösung behandelt, so bewirkt sie eine theilweise Zersetzung, nimmt Säure auf, und läßt das Salz mehr oder weniger neutral zurück. Die Wechselwirkung zwischen der Faser und den Salzen bildet den Hauptgegenstand der Theorie der jetzigen Färberei, indem nicht nur die wichtigsten Beitzen zu der Klasse der Salze gehören, sondern mehrere Salze unmittelbar als Farbstoffe gebraucht werden.

6. Auch die Anziehung zwischen der Faser und mehreren indifferenten unorganischen, weder zu den Säuren, noch den Salzbasen gehörigen Verbindungen kommt in einigen Fällen in Betracht. So können mehrere Schwefelmetalle, als Schwefel-Arsenik, Blei, Kupfer, Antimon, Zinn, unter Umständen als Farbstoffe dienen, wenn gleich hier von einer eigentlichen chemischen Affinität wohl keine Rede sein kann.

7. Anziehung der Faser zu den organischen Pigmenten, theils ohne, theils durch Vermittlung anderer Stoffe (Beitzen).

Unter den Farbstoffen, die allein für sich, und ohne alle Dazwischenkunft fremder Beitzmittel befestigt werden können, steht der Indig oben an, der, wenn von irgend guter Qualität, wenigstens die Hälfte seines Gewichtes reinen Farbstoff enthält. Um ihn auf Baumwolle und Leinen zu befestigen, bedient man sich fast ausschließlich der sogenannten kalten Küpe. Der Indig wird in fein pulverisirtem Zustande mit Eisenvitriol und Kalk, oder statt des letztern mit kohlensaurem Natron, in Wasser eingerührt, wobei er reduzirt, und in dem kalkhaltigen Wasser gelöst wird. Werden die Zeuge oder Garne durch diese Indiglösung genommen und nachher der Luft dargeboten, so oxydirt sich der im aufgelösten Zustande in ihre Poren eingedrungene Indig, wird dadurch unlöslich und solchergestalt in den Poren der Faser befestigt. Um eine möglichst rein blaue Farbe darzustellen, behandelt man die Zeuge nachträglich noch mit einer schwachen Säure, wodurch mechanisch anhängendes Eisenoxyd und Kalk weggenommen werden.

Wolle und Seide werden meistentheils in der warmen Küpe gefärbt, die aus Indig, Pottasche, Krapp und Kleie angesetzt wird. Durch die hiebei eintretende Gährung wird der Indig, so wie bei der kalten Küpe durch Einwirkung des Eisenoxyduls, reduzirt, und in diesem Zustande zum Färben verwandt. Die richtige Unterhaltung und Leitung der Gährung, so daß sich die Flüssigkeit stets in dem zum Färben angemessensten Zustande erhält, erfordert sehr viel Uebung und Aufmerksamkeit, theils weil beim Färben die relative Menge des Indigs sich stets ändert, theils weil die gährenden Stoffe eben durch die Gährung selbst sich in einem fortdauernden Entmischungsprozeß befinden. Es ist natürlicher Weise erforderlich, von Zeit zu Zeit den Indig, das Alkali und die Gährungsmaterialien durch neuen Zusatz zu ersetzen, so daß sie stets in dem richtigen gegenseitigen Verhältnisse vorhanden sind; was aber mit nicht geringen Schwierigkeiten verknüpft ist.

Wolle und Seide werden auch mit schwefelsaurer Indiglösung gefärbt (sächsisch Blau), wobei eine Hauptsache darin liegt, daß die Wolle gehörig sortirt wurde, indem sonst gar leicht Ungleichheiten in der Färbung hervortreten. Wenn man sächsisch-blau gefärbte Wolle in Schwefelwasserstoffwasser einlegt, so verliert sich die blaue Farbe durch Desoxydation des Indigs gänzlich, kommt aber, sobald man die Wolle dem freien Luftzutritt aussetzt, wieder, wenn gleich nicht so schön und intensiv, wie vorher.

8. Ueber die Dauerhaftigkeit der Farben.

Von reinem Wasser darf ein, im richtigen Sinne des Wortes, gefärbter Stoff überhaupt nicht affizirt werden.

Digitized by Google

Wärme übt allerdings auf mehrere Farben einen bemerklichen Einfluß, theils indem sie die Einwirkung des Sauerstoffes der Luft auf die Bestandtheile der Pigmente befördert, theils, indem sie mehrere sauerstoffreiche Verbindungen disponiren kann, Sauerstoff abzugeben, und dadurch zerstörend auf die Pigmente einzuwirken, wie dies z. B. bei der Chromsäure der Fall ist, theils, in sofern sie die auflösende oder zersetzende Kraft des Wassers auf gewisse Pigmente erhöht. So z. B. wird Berlinerblau auf Seide durch anhaltendes Kochen mit Wasser zersetzt, so daß nur Eisenoxyd auf der Seide zurückbleibt.

Licht hat, bei völliger Abwesenheit von Luft, auf sehr wenige Farbstoffe einen merklichen Einfluß.

Sauerstoff, besonders im status nascens, ist eines der kräftigsten Zerstörungsmittel der Farben. M. s. den Artikel „Bleichen".

So wirkt auch feuchte atmosphärische Luft, besonders bei erhöheten Wärmegraden, auf viele Pigmente kräftig zerstörend ein. Seide, mit Safflor roth gefärbt, nimmt in einer Temperatur von 200° schon im Verlauf von einer Stunde eine schmutzig weiße Farbe an. Blauholzviolett auf alaunter Wolle wird unter denselben Umständen blaßbraun; bei 150° aber halten sich beide Farben unverändert. Ganz ähnliche Wirkungen finden bei Brasilienholzroth, bei Kurkuma- und Waugelb Statt, woraus man inzwischen ersieht, daß selbst Farbestoffe, die im gemeinen Leben für sehr vergänglich und leicht zerstörbar gehalten werden, doch erst einem ziemlich bedeutenden Hitzgrade weichen. Aber alle organischen Farbstoffe, selbst Indig, unterliegen nach langer Zeit der gemeinschaftlichen Einwirkung von Luft und Licht, wie man dies zumal an hellblau gefärbten Zeugen wahrnehmen kann. Bei dunkelblauen Zeugen ist die Menge von vorhandenem Indig so groß, daß eine Abnahme innerhalb einer ziemlich langen Zeit nicht zu bemerken ist. Der Einfluß von Luft und Licht beschränkt sich übrigens nicht auf den Farbstoff, sondern kann sich auch auf das Gewebe selbst erstrecken. So z. B. bemerkt man bei seidenen Fenstergardinen, daß mit der Zeit nicht nur die Farbe gebleicht wird, sondern daß auch die Seide selbst ihre Festigkeit verliert.

Als eine Probe der Aechtheit der Farben wurde in Frankreich früher das Mittel angewendet, von dem zu prüfenden Stoffe ein Pröbchen in kochendes Wasser zu legen, in welchem eine bestimmte Menge Alaun, Weinstein, Seife, Essig u. dergl. aufgelöst war. Dieses etwas rohe Verfahren wurde später von Dufay dahin verbessert, daß er die Waare im Sommer 12 Stunden lang dem Sonnenschein aussetzte, und sie demnächst dem Bethauen während der Nacht darbot. Farben, die dieser Probe widerstanden, betrachtet er als hinreichend ächt. Im Winter muß die Probe mit dem Sonnenlicht 16 Tage lang fortgesetzt werden. Alle Stoffe indessen, die zu Kleidungsstücken oder zu sonstigen Zwecken bestimmt sind, wobei sie einer Beschmutzung unterliegen und gewaschen werden müssen, erfordern durchaus eine Prüfung ihres Verhaltens im kochendem Seifenwasser.

Es kann in manchen Fällen vorkommen, daß eine Prüfung des Farbstoffes verlangt wird, mit welchem ein Zeug gefärbt ist. — Dieses zu ermitteln, lassen sich freilich keine allgemeinen leicht verständlichen Regeln geben, es ist dies ein Gegenstand der chemischen Analyse; doch dürften einige Beispiele nicht am unrechten Orte sein. Gesetzt man habe ein orangebraunes baumwollenes Gewebe vor sich. Man würde zuerst eine Probe mit kochendem Wasser machen, und finden, daß dieses nichts von dem Farbstoffe aufnimmt. Man könnte hierauf eine Kochung mit Zinnauflösung vornehmen, in welcher sich der Farbstoff lösen würde. Eine andere Probe in eine etwas angesäuerte Lösung von Blutlaugensalz gelegt, würde sich nach einiger Zeit blau färben; ein anderes Stück endlich könnte man verbrennen, wo dann Eisenoxyd

Digitized by Google

im Rückstande bleiben würde. Aus diesen Prüfungen würde man dann den Schluß ziehen können, daß der Farbstoff in Eisenoxydhydrat bestand.

Oder es handle sich um einen blau gefärbten Zeug; man vermuthe, daß er entweder mit Indig oder mit Berlinerblau gefärbt worden, und wolle wissen, wie er sich im Gebrauche verhalten werde. Hier würde es nun jedenfalls am sichersten sein, ihn zuvörderst auf die Natur des Farbstoffes zu untersuchen. Man kocht ihn zu dem Ende zuerst mit einer sehr schwachen alkalischen Lauge. Färbt sich diese blau, so kann man annehmen, daß der Stoff mit schwefelsaurer Indiglösung gefärbt ist. Aeußert die alkalische Lauge keine Wirkung, ändert aber Salpetersäure die blaue Farbe in Gelb um, so kann man auf Küpenblau schließen. Geht aber durch die Behandlung mit der alkalischen Lauge die blaue Farbe ganz verloren, und verwandelt sich in Rostbraun, wird sie durch heiße Salpetersäure grün, so kann man mit Sicherheit auf Berlinerblau schließen.

9. Ueber die Färberei in ihrer Beziehung zur Chemie. Die, der Färberei zum Grunde liegenden Erscheinungen hat man sehr verschiedenen Ursachen zuzuschreiben sich bemüht; Einige erblicken darin eine rein mechanische Wirkung, Andere wiederum einen rein chemischen Prozeß. Hellot nahm an, daß es beim Färben nur darauf ankomme, die Poren der Faser zu öffnen, und die Farbestoffe eindringen zu lassen, worauf sich diese dann theils durch die Abkühlung, oder durch Dazwischenkunft eines Beitzmittels, dessen Wirkung er sich wie die eines Kittes dachte, befestigen sollten.

Dufay (1737), Bergmann (1776), Macquer (1778), und Berthollet (1790) erklärten die Färberei aus rein chemischen Gründen, sowohl bei Anwendung reiner Farbstoffe, ohne alle Beitzen, wie z. B. beim Färben mit Indig, Wallnußschalen, Orlean u. a.; als auch bei Benutzung von Beitzen, als Säuren, Salzbasen oder Salzen.

Wenn wir Erscheinungen eintreten sehen, argumentirt Ure, wobei gleichartige Theile gleicher Körper sich zu einem Aggregat vereinigen, was wir einer Anziehung zwischen diesen Theilchen, der Kohäsion, zuschreiben, oder wobei ungleichartige Theile zu einer homogenen Verbindung sich chemisch vereinigen, so befinden sich diese Körper nothwendig in unmittelbarer Berührung. Gerade dieses aber findet jederzeit bei dem Färben der Stoffe Statt. Kämen die Theile der Faser nicht mit den Theilen des Pigments oder der farbigen Verbindung in unmittelbare Berührung, so würden sie keine gegenseitige Aenderung in ihrem Zustande zu Wege bringen können. Wenn wir sehen, daß sich die Faser mit einem Metalloxyde offenbar in Berührung befindet, und mit ihm eine Verbindung bildet, die mit mehr oder weniger starker Kraft zusammenhält, so müssen wir sie durchaus der chemischen Verwandtschaft zuschreiben. Wir wissen nicht, wie vielerlei Farbstoffe auf demselben Stücke Zeug befestigt werden können; jedenfalls aber entstehen bei vielen Färbeprozessen sehr zusammengesetzte Verbindungen, die einmal aus der Faser (bestehend ihrerseits aus drei oder vier Elementen), und zweitens entweder einer Säure oder Basis, oder aus einem Salze, oder selbst einem Doppelsalze, und drittens einem organischen Pigmente bestehen, das wiederum aus dreien oder vieren einfachen Stoffen zusammengesetzt sein kann. Die hier in Rede stehenden Verbindungen scheinen sich inzwischen nicht nach bestimmten Gewichtsverhältnissen zu richten, mit Ausnahme vielleicht einzelner weniger Fälle. Ure schließt diese Betrachtung mit dem Bemerken, daß der Begriff einer Beize eigentlich theils schwankend, theils ganz überflüssig sei, denn man verstehe darunter nichts weiter, als einen der Bestandtheile der farbigen Verbindung, die auf dem Zeuge befestigt wird.

10. Die Färberei in ihrer Beziehung zur Physik, hinsichtlich der Anwendung von Wärme, mechanischer und hydraulischer Hülfsmittel. Die Erwärmung der Farbebäder wird theils direkt durch Feuer, theils durch Wasserdampf bewirkt, den man in einem besondern Dampfkessel ent-

Digitized by Google

wickelt und durch eine Röhre in das Färbebad eintreten läßt. Im ersteren Fall werden meistens kupferne Kessel, oder in einzelnen Fällen, für Scharlach und einige andere sehr zarte Seidenfarben, zinnerne Kessel angewandt, im letzteren kupferne, oder eiserne Kessel, oder selbst hölzerne Bütten. Im Allgemeinen, besonders wo nur ein oder zwei Farbebäder zu erwärmen sind, oder wo die Arbeit häufigen Unterbrechungen unterliegt, ist die Erwärmung der Farbebäder auf freiem Feuer die am meisten ökonomische Methode. Zum Erwärmen der Indigküpen ist die Dampfheizung, wenn auch nicht der Oekonomie, so doch der Sicherheit des Erfolges wegen, sehr zu empfehlen. Man leitet hiebei entweder den Dampf geradezu in die Flüssigkeit, oder läßt ihn durch ein Röhrensystem hindurchströmen, das sich in der Küpe befindet, oder endlich, man umgibt den untern Theil der Küpe mit einem Mantel, und leitet den Dampf in den Zwischenraum zwischen beiden.

Unter übrigens gleichen Umständen geht die Färberei in der Wärme leichter und bequemer von Statten, und liefert eine gleichmäßiger gefärbte Waare, als in der Kälte, was in den folgenden Umständen seinen Grund haben mag. Die den Zeugen oder dem Garne theils äußerlich anhängende, theils auch zwischen den Fasern befindliche Luft wird in der Wärme von der Flüssigkeit weit leichter ausgetrieben, als in der Kälte, so daß mithin alle Theile von der Farbebrühe vollständiger und gleichmäßiger durchdrungen werden; zweitens aber finden in einer heißen Flüssigkeit, deren Theile ohnehin beweglicher sind, durch die Verschiedenheiten in der Temperatur stets Strömungen Statt, die ebenfalls eine gleichmäßigere Vertheilung des Farbestoffes zur Folge haben. Muß ein Farbebad kalt gegeben werden, so ist es nothwendig, es von Zeit zu Zeit zu rühren, und beim ersten Einbringen der Waare taucht man sie wiederholentlich ein, drückt oder ringt sie wieder aus, und fährt damit so lange fort, bis sie ganz gleichmäßig durchfeuchtet ist.

Zu den mechanischen Hülfsmitteln beim Färben gehört vornehmlich der Haspel, eine horizontal mit ihren eisernen Zapfen in Lagern liegende, mit Flügeln versehene Welle, die sich mitten über dem Farbebade befindet, und über welche man das zu färbende Stück Zeug hängt, um es so durch abwechselndes Rechts- oder Linksdrehen bald an der einen, bald an der andern Seite in das Farbebad herabzulassen, während es an der entgegengesetzten Seite aufsteigt. Die Beschreibung eines Haspels mit Mechanismus nebst zugehörigem Farbekessel folgt weiter unten. — Ueber das Waschen sehe man die Artikel „Waschrad", „Kattundruckerei", „Bleichen".

*) Die aus den natürlichen organischen Farbematerialien darstellbaren Extrakte lassen sich hinsichtlich ihres Verhaltens gegen den atmosphärischen Sauerstoff in zwei Klassen eintheilen; in solche, die sich an der Luft im Wesentlichen unverändert erhalten, und solche, die sich dabei oxydiren und einen unlöslichen Niederschlag von oxydirtem Farbstoff absetzen. Alle jene Pigmente nun, die in den wasserigen Auszügen solcher vegetabilischen oder animalischen Substanzen enthalten sind, die nicht zu der zweiten Klasse gerechnet werden müssen, halten mit nur geringer Kraft mit ihrem Auflösungsmittel zusammen, und treten ganz leicht in andere Verbindungen, sobald sich ihnen ein anderer Körper darbietet, der irgend einige Anziehung zu ihnen äußert. Hierauf beruhet die Erscheinung, daß Abkochungen von Kochenille, Blauholz, Brasilienholz oder schwefelsaure Indiglösung durch Digestion mit pulverisirter Beinkohle entfärbt werden, indem sich die färbenden Partikeln durch eine Art kapillarer Anziehung mit der porösen Kohle verbinden, ohne irgend eine Aenderung zu erleiden. Dasselbe geschieht, wenn man wohlgewaschene Wolle in die ge-

*) Der hier zunächst folgende Theil der Darstellung ist im Wesentlichen mit Zugrundelegung des Artikels Färbekunst in Prechtl's Encyklopädie bearbeitet.

nannten Lösungen einlegt; aber die Farbe, die sich auf diese Art mit der Wolle verbindet, haftet nur schwach an ihr, und läßt sich leicht davon trennen, denn schon durch bloßes Waschen mit vielem Wasser, dessen Anziehung jene der Wolle überwindet, wird sie wieder entfernt; nur ist, um der Wolle oder Beinkohle den Farbstoff wieder zu entziehen, Anwendung einer höheren Temperatur erforderlich, wahrscheinlich, indem dadurch ihre Poren erweitert werden, was wiederum die Ausziehung der Farbepartikeln erleichtern muß.

Solche Farbmaterialien dagegen, deren Farbstoff sich in seinen Eigenschaften mehr dem sogenannten Extraktivstoff nähert, und durch Oxydation an der Luft unauflöslich wird, gehen weit dauerhaftere Verbindungen mit der Faser ein. So z. B. erleiden die gelben, rehfarbigen und braunen gerbstoffhaltigen Farbstoffe an der Luft eine Oxydation, wodurch sie im Wasser unlöslich werden, und sich weit fester auf den Zeugen befestigen. Wenn man Wolle mit Abkochungen dieser Art Farbstoffe imprägnirt, so füllen sich die Poren derselben damit in Folge der Haarröhrchenkraft, und wenn sich nachher das Pigment oxydirt, so bleibt es in den Poren in unlöslichem Zustande zurück. Aehnlich ist der Vorgang beim Blaufärben mit reduzirtem Indig, wobei sich die gelbe Lösung desselben in den Poren der Baumwolle oder Wolle, in welche sie im flüssigen Zustande eindringen konnte, zu blauem unlöslichen Indig oxydirt. Eine ganz ähnliche Aenderung tritt beim schwefelsauren Eisenoxydul ein, das sich an der Luft in Eisenoxydsalz umwandelt und dabei unlösliches basisches Salz in der Substanz des Zeuges absetzt. Die in diesen Fällen durch Oxydation bewirkte Aenderung kann unter anderen Umständen auch durch Säuren hervorgebracht werden, die nämlich gewisse Farbstoffe in unlöslichem Zustande fällen, wie dies unter Andern beim Gelbholz der Fall ist.

Das Prinzip der eigentlichen Färberei besteht demnach darin, daß die in der Farbebrühe in aufgelöstem Zustande vorhandenen Pigmente nach dem Eindringen in die Substanz des Zeuges eine solche Aenderung erleiden, daß sie in ihrem früheren Auflösungsmittel unlöslich werden. Je mehr der Farbstoff nach dieser Aenderung auch der Lösung in andern Flüssigkeiten widersteht, um so dauerhafter ist die Färbung. Gerade hierin liegt der wesentliche Unterschied zwischen Färben und Malen oder Anstreichen, welches letztere darin besteht, einen Körper mit einem Ueberzuge irgend einer Farbe zu überdecken, der darauf eintrocknet, ohne übrigens mit der Substanz des bemalten Körpers in irgend eine nähere Verbindung zu treten.

Wenn man eine klare wässerige Lösung eines Farbstoffes mit einer Auflösung eines Erd- oder Metallsalzes in Wasser vermischt, so wird die Flüssigkeit in den meisten Fällen bald trübe und setzt je nach der Natur der gemischten Substanzen, früher oder später einen farbigen Niederschlag ab, der in einer Verbindung des Farbstoffes mit einem basischen Salze besteht. In diesen Verbindungen scheint das Pigment die Rolle einer Säure zu spielen, die schon von einer sehr geringen Menge der Basis gesättigt wird, ja selbst so schwache Verwandtschaftskräfte als Säure äußern kann, daß sie mit andern Säuren Verbindungen eingeht, in welchen sie dann als Basis auftritt. Die Zersetzung von Salzen, z. B. des Alauns, durch Farbstoffe beruht in der Regel auf der Bildung eines unlöslichen basischen Salzes, mit dem sich der Farbstoff verbindet, während dagegen ein saures Salz in der Flüssigkeit zurückbleibt, das wiederum in Folge seiner sauren Beschaffenheit die Schattirung des Farbstoffes ändern kann. Mann kann einen gefärbten Zeug betrachten als eine innige Verbindung der Faser mit dem Oxyd, dem Farbstoff und einem Antheil der Saure. Es ist von Mehreren die irrige Behauptung aufgestellt, daß gefärbte Waare nichts mehr von den Säuren des angewandten Salzes enthalte, die sich aber schon dadurch widerlegt, daß selbst Kali, zu Alaunlösung

Digitized by Google

gesetzt, keineswegs reine Thonerde, sondern ein basisches Salz niederschlägt, und daß, wenn auch das Pigment wohl entfernt alkalische Eigenschaften besitzt, es doch nie im Stande sein wird, eben so kräftig zersetzend wie ein Alkali auf die Erd,- und Metallsalze einzuwirken. Salze mit starken Säuren sättigen eine sehr beträchtliche Menge Farbstoff, reine Salzbasen, wie z. B. Thonerde und reines Zinnoxyd schlagen keine Farbstoffe nieder; findet man, daß dies geschieht, so darf man jederzeit annehmen, daß sie etwas Säure noch enthalten. Solche Salze also, die gern geneigt sind, basisch zu werden, eignen sich vorzugsweise zu Beizen beim Färben und zur Bereitung von Lackfarben.

Die Farbe eines Lackes hängt sehr wesentlich sowohl von der Basis, als auch der Säure des fällenden Salzes ab. Ist die Basis weiß, wie z. B. Thonerde und Zinnoxyd, so besitzt die Lackfarbe mehr oder weniger die Farbe des dazu verwandten Pigments, nur daß sie durch die weiße Farbe der Basis lichter erscheint. Gefärbte Basen dagegen ertheilen den Lackfarben eine Farbe, die von der des reinen Pigments bedeutend abweichen kann, nicht nur weil sich die gefärbte Basis mit dem Pigment mechanisch mischt, sondern weil, in vielen Fällen wenigstens, eine wirkliche chemische Verbindung zwischen ihnen zu Stande kommt.

Kochenilleinfusion gibt mit Alaun und Zinnsalz einen karmoisinrothen Niederschlag, der durch Zusatz von Weinstein scharlachroth wird. Essigsaures Blei erzeugt damit eine bläulich violette Fällung, die sich an der Luft unverändert erhält; Chlorkalzium fällt ein röthlich braunes Präzipitat, das nach einiger Zeit schwarz, zuletzt schmutzig grün wird; durch Eisensalze entstehn dunkelviolette oder schwarze Niederschläge; überhaupt liefern fast alle Erd,- und Metallsalze mit Kochenille verschiedenfarbige Fällungen. Extrahirt man Kochenille mit schwach ammoniakalischem Wasser, und fällt nun mit Bleizucker, so entsteht ein grünlicher Lack, der nach einiger Zeit an der Oberfläche durch Einwirkung der atmosphärischen Luft grün, zu unterst dagegen blau oder violett wird. Es hat hiernach den Anschein, als hinge die besondere Schattirung einer Lackfarbe von dem Grade der Oxydation oder von einer Aenderung ab, die die Säure des fällenden Salzes in dem Pigmente hervorbringt, ferner von dem Oxydationsgrade oder der Farbe des Oxydes, das mit dem Farbstoffe in Verbindung tritt, und endlich von dem quantitativen Verhältniß zwischen dem Oxyd und dem Pigment.

In solchen Lacken nun bestehen die schwerlöslichen Verbindungen, die das eigentliche färbende Prinzip der gefärbten Stoffe ausmachen. Sie müssen sich jedoch in dem Farbebade im Zustande feinster Vertheilung befinden, damit sie in die kleinsten Poren der zu färbenden Faser eindringen, und die durch das Mikroskop wahrnehmbaren feinen Höhlungen in der Wolle, Seide, der Baumwolle oder dem Flachse ausfüllen können. Ure versichert, diese Stoffe durch ein achromatisches Mikroskop untersucht und gefunden zu haben, daß, wenn sie gut und ächt gefärbt waren, der innere Raum ihrer röhrenförmigen Höhlungen mit Farbstoff gefüllt, oder doch wenigstens ausgekleidet war.

Wenn das Farbebad die färbenden Partikeln in so feiner Vertheilung enthält, daß sie sich durch Löschpapier filtriren lassen, so kann es auch zum Färben gebraucht werden; wenn dagegen die mit der Beize versetzte Flüssigkeit einen flockigen Niederschlag bildet, der sich in kurzer Zeit zu Boden setzt, so ist sie zum Färben untauglich, denn in diesem Falle sind die Theile der färbenden Verbindung schon zu kompakten und allzugroßen Aggregaten vereinigt, als daß sie noch in die Poren der Faser eindringen könnten.

Extraktivstoff und Gerbstoff sind durch anhaltende Wärme in dem Farbebade ganz besonders einer derartigen Aenderung unterworfen. Daher gibt auch eine alkalische Lösung eines Farbstoffes, wenn man sie mit einer Lösung eines Erd- oder Metallsalzes mischt, wodurch sich ein Niederschlag bildet, kein brauchbares Farbebad.

Digitized by Google

Diese Verhältnisse, die beim Färben eine so wichtige Rolle spielen, machen es zweckmäßig, den Farbstoff in so löslichem Zustande wie möglich anzuwenden, und die Fällung desselben lieber erst in den Poren der Faser selbst zu bewirken; daher man denn die Faser vor dem Einbringen in die Farbeflotte mit der, die Fällung bewirkenden heißen Salzlösung (um das Eindringen derselben zu befördern) tränkt.

Wenn man auf solche Weise eine Beize aufbringt, so muß der nicht in die Poren eingedrungene, noch auf der Oberfläche des Zeuges haftende Antheil vor dem Ausfärben fortgeschafft werden, denn ohne diese Vorsicht würde man Gefahr laufen, daß sich hier ein Niederschlag erzeugte, der die Oberfläche der Fasern wie eine Kruste überziehen, die Poren überdecken und das Eindringen des Farbstoffs in dieselben verhindern würde, und daß selbst ein guter Theil des Farbstoffes nutzlos niedergeschlagen und dadurch das Farbebad geschwächt werden könnte. Deßhalb werden die Stoffe nach dem Beizen gespühlt, ausgerungen, gewaschen und zuweilen, besonders in der Kattundruckerei, in einem eignen Trockenhause scharf getrocknet. Es ist ferner nicht gut, wenn die Beizen in bemerklichem Grade krystallisirbar sind, weil hiedurch ihre Anziehung zu der Faser vermindert wird; daher denn die leicht zerfließlichen Verbindungen von Thonerde und Eisenoxydul mit Essigsäure in der Baumwollfärberei weit bessere Wirkung machen, als die entsprechenden schwefelsauren Salze, Alaun und Eisenvitriol*).

In der Wollenfärberei ist Alaun das Hauptbeizmittel. Gewöhnlich setzt man der wässerigen Lösung desselben ein Viertel vom Gewicht des Alauns Weinstein zu, wodurch er weniger krystallisirbar wird und zugleich lebhaftere Farben liefert. Alaun und Weinstein erleiden hiebei keine Veränderung, sondern erst nachher durch Einwirkung der Farbstoffe beim Ausfärben im Farbebade. Der eigentlich wirksame Bestandtheil des Alauns ist lediglich die schwefelsaure Thonerde; das damit verbundene schwefelsaure Kali ist eher nachtheilig als nützlich. Wenn man daher kalifreie schwefelsaure Thonerde leicht in eisenfreiem Zustande darstellen könnte, so würde sie dem Alaun unbedingt vorzuziehen seiu. Ure vermuthet, daß Natron-Alaun, der weit leichter löslich ist und weniger Neigung besitzt zu krystallisiren, als Kali- und Ammoniakalaun, in der Färberei mit Vortheil würde angewandt werden können. Um übrigens den gewöhnlichen Alaun in weniger leicht krystallisirbaren Zustand zu versetzen, setzt man seiner Lösung wohl ¼ seines Gewichtes Pottasche, oder eine entsprechende Menge Soda oder Kreide zu, wodurch sich ein lösliches basisches Salz bildet, das zu den Pigmenten weit größere Affinität besitzt, als der gewöhnliche Alaun.

Zum Schluß dieser allgemeinen Bemerkungen über Färberei folgen hier noch einige Betrachtungen Delaval's über die Natur der Pigmente und ein kurzes Verzeichniß der wichtigeren Farbmaterialien nebst Angabe der Farben, die mit ihnen erzeugt werden.

Newton nahm an, daß alle gefärbten Körper die Lichtstrahlen zurückwerfen; daß aber einige vorzugsweise die am stärksten, andere wiederum die am schwächsten brechbaren Strahlen reflektiren; und dies hielt er für die einzig wahre Ursache der Farben. Delaval indessen (M. s. Memoirs of the Philosophical and Literary Society of Manchester Vol. 2.) hat dargethan, daß bei durchsichtigen farbigen Körpern der Farbstoff kein

*) Der Grund des Vorzuges, der den essigsauren Salzen allerdings vor den schwefelsauren gebührt, möchte doch wohl weniger in der Zerfließlichkeit dieser Salze, als vielmehr darin liegen, daß die weit schwächere und flüchtigere Essigsäure sehr geneigt ist, sich theilweise zu verflüchtigen und ein unlösliches basisches Salz zurückzulassen, welches, eben der basischen Beschaffenheit wegen, größere Affinität zu den Pigmenten besitzt, als ein neutrales schwefelsaures Salz. Die Bearb.

Digitized by Google

Licht reflektirt, und daß, wenn man das durch einen solchen Körper hindurchgegangene Licht auffängt, so daß es nicht wieder durch ihn zurückkehren kann, er nicht etwa eine andere Farbe zeigt, sondern völlig schwarz wird. Er führt eine beträchtliche Zahl von farbigen Flüssigkeiten auf, die sämmtlich keine farbigen Strahlen zurückwerfen, die, bei durchfallendem Lichte betrachtet, in ihrer natürlichen Farbe, bei auffallendem Lichte aber schwarz erscheinen. Hieher gehören auch schwarze Kirschen, schwarze Johannisbeeren u. a. Früchte, deren Saft, sobald man ihn auf einer weißen Fläche ausbreitet, oder auf sonst irgend eine Art bei durchfallendem Lichte betrachtet, roth erscheint; und er nimmt an, daß weiß gebleichte Leinwand und andere Stoffe, wenn sie mit vegetabilischen Pigmenten gefärbt oder bemalt sind, sich auf dieselbe Art gegen die Lichtstrahlen verhalten, wie farbige Vegetabilien in ihrem natürlichen Zustande, daß sie nämlich nur dadurch farbig erscheinen, daß das durch sie hindurch gegangene Licht von einem weißen Grunde zurückgeworfen, durch sie zurückkehrt, und so als durchfallendes Licht eine Farbe erkennen läßt. Nach Delaval soll kein farbiger Theil eines durchsichtigen Körpers Licht zurückwerfen, mit Ausnahme von Weiß, und ein derartiger Körper soll, sobald man ihn in eine Lage bringt, wo er nicht mittelst durchfallenden Lichtes auf unser Auge wirken kann, völlig schwarz erscheinen.

Nach Delaval besteht daher die Färberei hauptsächlich darin, weiße Substanzen, die das Licht stark zurückwerfen, mit durchsichtigen farbigen Medien zu überziehen, die, je nach ihrer besondern Farbe, die von dem weißen Körper reflektirten Strahlen in mehr oder weniger großer Menge wieder hindurchlassen, und eben dadurch farbig erscheinen, denn die durchsichtigen Medien selbst sind nicht im Stande, Licht zurückzuwerfen. Vermöchten sie, selbstständig die Strahlen zu reflektiren, statt sie hindurchzulassen, so könnte der weiße Grund, auf welchem sie angebracht sind, von keinem Einfluß auf die Farbe sein, was doch offenbar der Fall ist.

Ganz anders freilich verhält es sich, wenn die farbige Verbindung undurchsichtig ist, die dann natürlicher Weise selbstständig reflektirt. In diesem Fall aber ist es nach Delaval auch nur die metallische Basis, z. B. die Thonerde oder das Zinnoxyd, die die Undurchsichtigkeit bedingt, und durch ihre stark reflektirende Wirkung in so hohem Grade das Feuer der Farbe erhöht. Es gibt inzwischen auch einige undurchsichtige Farbstoffe, besonders Eisensalze, die in der Färberei gebraucht werden, die offenbar schon allein für sich farbiges Licht zurückwerfen, da das basische Eisensalz oder Eisenoxydhydrat, das sie in der Faser absetzen, schon allein für sich undurchsichtig ist.

Zusammengesetzte oder gemischte Farben entstehen entweder durch gleichzeitiges Färben mit zwei oder mehreren verschieden gefärbten Farbstoffen oder auf die Art, daß man die einzelnen Farben getrennt, eine nach der andern, anbringt.

Die einfachen Farben sind Roth, Gelb, Blau und Schwarz, durch deren Mischung alle möglichen Farbtöne hergestellt werden können.

1. Roth und Gelb geben Orange, in seinen verschiedenen Abstufungen, wohin auch Feuerroth, Kapuzinerroth, Krebsroth, Jonquilleroth, cassis, Chamois, café au lait, Morgenroth, Ringelblumenroth, mordoré, Zimmtroth, Gelbroth u. a. gehören.

Durch Zusatz von etwas Schwarz entstehen verschiedene braune Nüancen, als Schnupftabakbraun, Nußbraun, Kastanienbraun u. a. Orange mit etwas Blau gibt Olivengrün. Die einzigen Farbstoffe, die direkt ein gutes Orange liefern, sind Orlean und basisch chromsaures Blei.

2. Roth und Blau geben Purpurroth, Violett, Lila, Taubenhalsfarbe, Malvenfarbe, Pfirsichblüthroth, bleu de roi, Leinblüthfarbe, Amaranth u. a.

3. Roth mit Schwarz bewirken die meisten Abänderungen von Braun.

4. Gelb und Blau geben Grün in seinen verschiedenen Nüancen, z. B. Grasgrün, Lorbeergrün, Meergrün, Seladongrün, Papageigrün, Kohlgrün, Apfelgrün, Entengrün, Zeisiggrün u. dgl.

Digitized by Google

5. Durch Mischung von mehreren, z. B. drei oder vier Farben, läßt sich die Mannigfaltigkeit der Farbetöne ins Unendliche ausdehnen; so z. B. geben Roth, Gelb und Blau eine Menge Abstufungen von bräunlichem Olivengrün, Grünlichgrau u. dgl. Man färbt hiebei allemal das Blau zuerst, weil im entgegengesetzten Fall die Gegenwart der andern Farben nachtheilig auf die Indigküpe einwirken würde. Roth, Gelb und ein wenig Schwarz bilden Blattgelb, Dunkelorange, Tabakbraun u. a. Aus Roth, Blau und Schwarz läßt sich eine Menge brauchbarer Farbetöne herstellen, z. B. Bleigrau, Schiefergrau, Holztaubengrau u. s. w.

Die wichtigeren Farbematerialien sind etwa folgende:

1. Zu Roth. Kochenille, Kermes, Lac dye, Krapp, Orseille, Safflor, Brasilienholz, Blauholz, Alkanna; und unter den unorganischen Verbindungen Quecksilberjodid.

2. Zu Gelb. Querzitronrinde, Waid, Gelbholz, Orlean, Scharte, Färberginster, Kurkume, Fisetholz, Gelbbeeren, Weidenrinde, und unter den unorganischen Verbindungen Eisenoxydhydrat, chromsaures Blei, Schwefelarsenik, Schwefelantimon, und zum Gelbfärben von Seide auch Salpetersäure.

3. Zu Blau. Indig, Waid, Lackmus, Blauholz (mit Kupfersalzen) Berlinerblau.

4. Zu Schwarz. Galläpfel, Schmack, Blauholz, Wallnußschalen, und andere Gerbsäure haltende vegetabilische Stoffe im Verein mit Eisenbeize.

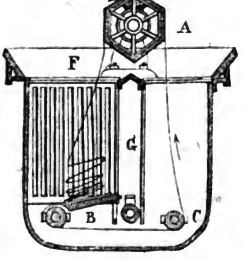
5. Zu Grün. Grün wird fast ohne Ausnahme aus Blau und Gelb zusammengesetzt. Eigentlich grüne Pigmente, wie Chromgrün und Schweinfurtergrün, können in der eigentlichen Färberei nur sehr beschränkte Anwendung finden.

6. Zu Orange. Orlean, Mischungen von Roth und Gelb, basisch chromsaures Blei.

7. Zu Braun. M. s. die bereits im Vorhergehenden gegebenen Bemerkungen; außerdem die Artikel „Braunfärben", „Kattundruckerei", „Katechu", „Mangan."

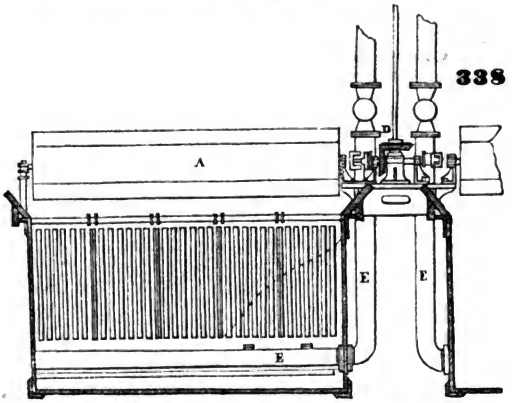
Beschreibung des in Fig. 337 und 338 abgebildeten automatischen Farbekessels, der in den Färbereien von Lancashire fast allgemein im Gebrauch ist. Die erstere der beiden Figuren stellt ihn im Querschnitt, die letztere im Längendurchschnitt dar. Ueber dem Kessel, der mit einem schräg ausgebogenen Rande versehen ist, befindet sich der Haspel, der in einer horizontalen eisernen Welle besteht, die an jedem Ende mit 6 eisernen Armen oder Speichen versehen ist, die einen sechsseitigen Kranz tragen. Auf diesen beiden Kränzen sind die Enden von sechs Brettern befestigt, die solchergestalt eine sechsseitige Walze darstellen. Nahe über dem Boden des Kessels sind die beiden horizontalen Walzen B und C, unter welchen die, zu einem einzigen endlosen Stücke zusammengenähten Zeuge beim Umdrehen des Haspels in der Richtung der Pfeile hindurchlaufen. Nahe über der Walze B ist ein schräg liegendes Brett angebracht, auf welchem sich der Zeug, so wie er von dem Haspel herabkommt, ablagert, und von welchem er durch den Zug des Haspels beständig wieder fortgezogen wird. Der Kessel ist durch zwei hölzerne, der Länge nach durch ihn hindurchlaufende vertikale Gitter (Fig. 338) in drei Abtheilungen getheilt, in deren einer die Zeuge herabsinken, während sie in der entgegengesetzten heraufsteigen. Die mittlere schmalere Abtheilung G dient zum Einbringen der Farbstoffe. Ein solcher Farb-

337



Digitized by Google

kessel hat gewöhnlich eine Länge von 6 Fuß, eine Breite von 3½ Fuß, und eine Tiefe von ebenfalls 3½ Fuß, mit Ausschluß des 9 Zoll hohen Randes. Bei dieser Länge des Kessels können mehrere Stücke Zeug

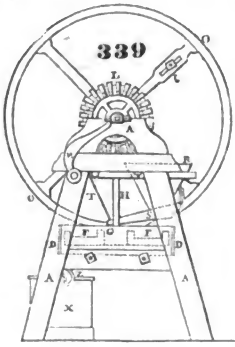


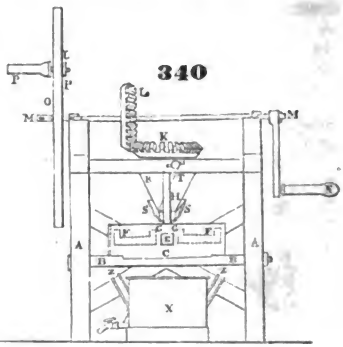
zugleich neben einander über den Haspel laufen, zu welchem Ende der Kessel auch der Quere nach durch hölzerne Gitter (Fig. 337) in mehrere Abtheilungen getheilt ist, in deren jeder ein endloses Stück Zeug herumgehaspelt wird. In den meisten Färbereien befinden sich allemal zwei solcher Färbekessel neben einander, wie in Fig. 338 angedeutet ist. Die durch eine Dampfmaschine oder eine anderweitige Triebkraft erzeugte Bewegung theilt sich durch die vertikale Welle D und zwei konische Räder einer kurzen horizontalen Welle mit, welche wiederum mittelst der, aus der Figur ersichtlichen Auslösung mit den Haspeln beliebig in oder außer Verbindung gesetzt werden kann. Zu beiden Seiten von D steigen die mit Hähnen versehenen Dampfröhren EE herab, treten unten in die Kessel ein, und haben in diesem unteren horizontalen Theile eine Menge kleiner Oeffnungen, durch welche der Dampf in das Farbebad gelangt. Die horizontalen Dampfröhren liegen in der mittleren Abtheilung G, wie auch aus Fig. 337 ersichtlich ist, so daß die Hitze zunächst die in diese Abtheilung eingebrachten Farbmaterialien trifft, und die Ausziehung der löslichen Theile bewirkt. Die Arbeit kann auf solche Weise ununterbrochen fortgehen, wenn nur dafür gesorgt wird, daß von Zeit zu Zeit die erschöpften Farbmaterialien beseitigt und durch frische ersetzt werden. —

Farbereiben. (Grinding of paints.) Unter den verschiedenen Malerfarben sind mehrere, z. B. Königsgelb, Grünspan und andere, die unmittelbar äußerst tödtlich, andere wiederum, die als schleichende Gifte zwar nicht augenblicklich tödtlich wirken, aber die schrecklichsten Krankheiten verursachen, wie dies namentlich bei den Bleiverbindungen, z. B. dem Bleiweiß, der Mennige, dem Chromgelb und anderen Bleifarben, aber auch beim Zinnober der Fall ist. Solche Farben sollte man daher nie aus freier Hand mit Farbstein und Läufer, sondern nur in einer Farbmühle reiben lassen. Die Blei präparate besonders bewirken, sei es nun, daß sie staubförmig eingeathmet werden, oder daß sie anhaltend mit den Händen in Berührung kommen, und so in die Poren der Haut eindringen, zuerst die so schrecklich schmerzhafte und gefährliche Bleikolik, später entweder Lähmungen oder Auszehrung und einen langsamen, aber frühzeitigen und sichern Tod.

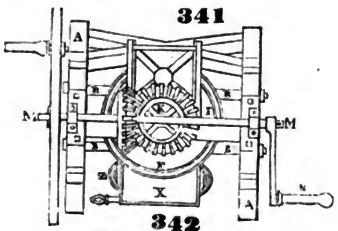
Digitized by Google

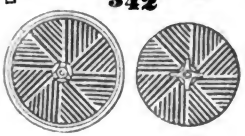
Die Einrichtung einer zweckmäßigen Farbemühle ist in Fig. 339 bis 342 abgebildet. Fig. 339 ein Aufriß von der Seite, wo der Arbeiter an der Kurbel dreht. Fig. 340 eine Seitenansicht, Fig. 341 eine Ansicht





von oben. Das Gestell AA ist aus Holz oder Gußeisen konstruirt und durch zwei Querriegel BB in die nöthige feste Verbindung gebracht. Der Bodenstein C (Fig. 340) ist aus Eisen gegossen, und auf seiner oberen Seite genau so wie ein gewöhnlicher Mühlstein gefurcht. Dieser Stein liegt entweder unmittelbar auf den Querriegeln BB auf, oder, was zweckmäßiger ist, er wird von drei Stellschrauben getragen, damit man ihn dem Läufer genau parallel stellen kann. Um ihn befindet sich der breite eiserne Ring D, der über die Fläche des Bodensteines hervorragt, und den Zweck hat, die breiartige Farbe zusammen zu halten; nur bei E ist eine Oeffnung in dem Ringe angebracht, durch welche der Farbebrei nach dem Reiben in den Behälter X abgelassen wird.





Auch der obere Stein oder Läufer F ist aus Eisen gegossen, und im Querschnitt von der Form der punktirten Linien in Fig. 339 und 340. Die mittlere Oeffnung ist mit einem aufstehenden Rande GG versehen, und ebenso hat er auch an der Peripherie einen Rand, der dazu dient, die Farbe, die sich auf der oberen Seite des Steines ansammelt, an dem Herabfließen zu hindern. Die drehende Bewegung wird diesem Läufer von oben her durch die vertikale Welle H ertheilt, die wiederum mittelst der zwei konischen Räder K und L gedreht wird, deren letzteres auf einer horizontalen, mit dem Schwungrade O und zwei Kurbeln P und N versehenen horizontalen Welle M M sitzt. Um die Kurbel P beliebig in größere oder geringere Entfernung von dem Drehpunkte bringen

zu können, ist sie in einem Schlitz einer der Speichen des Schwungrades verschiebbar.

Die zu mahlende Farbe gibt man in den Rumpf R, unter welchem der Schuh S an einer Kette oder einer Schnur T hängt, und mit seiner Vorderseite gegen die viereckige Welle H sich lehnt, dadurch beim Umdrehen der Welle in beständiger Bewegung gehalten wird, und, je nachdem er mehr oder weniger schräg abwärts geneigt ist, die Farbe schneller oder langsamer ausschüttet. Die Farbe fließt allmählig in den kupfernen Behälter X ab, der, wenn er voll ist, mittelst der Handgriffe Z Z entfernt und durch einen leeren ersetzt werden kann. Oder, falls die Farbe von hinlänglich dünnflüssiger Konsistenz gewonnen wird, kann man sie auch durch einen Hahn ablassen. Fig. 342 stellt die Anordnung der Furchen an den wirkenden Flächen der Steine dar. —

Färberröthe. S. Krapp.

Faserstoff. S. Pflanzenfaser und Thierfaserstoff.

Fässer. (Cask, tonneau). Herstellung derselben durch Maschinen. — Samuel Brown erhielt im Jahre 1825 ein Patent auf Verbesserungen in den zur Anfertigung von Fässern dienenden Maschinerien, die ihrer sinnreichen Einrichtung wegen wohl einer Erwähnung würdig sind. Sein Mechanismus besteht zuvörderst in einer Kreissäge, die sich vertikal auf oder vielmehr in einem Ausschnitte eines Tisches dreht. Der Tisch trägt zugleich einen Schlitten, auf den das Stück Holz aufgelegt wird, das zu einem Faßstab bestimmt ist. Indem nun dieser Schlitten nach Maßgabe einer Schablone von dem Arbeiter genau in der Kurve vorgeschoben wird, die die Stäbe haben müssen, so schneidet die Säge die Stäbe mit fast mathematischer Genauigkeit aus. Der zweite Haupttheil des Mechanismus ist eine vertikale Welle, die mit verschiedenen Messern versehen ist, und innerhalb des Fasses gedreht wird, wobei die Messer sowohl die obere und untere Seite des Faßrandes abgleichen, als auch die Ruthen zur Aufnahme der Böden ausarbeiten. Der dritte Theil besteht in einem ähnlichen Mechanismus, durch welchen die für die Böden bestimmten Bretter zusammengehalten und kreisförmig ausgeschnitten, so wie auch mit der nöthigen Abschrägung des Randes versehen werden; der vierte Theil endlich in einer Maschine, in welcher das so weit fertige Faß auf einer Achse umgetrieben, und wie auf der Drehbank mittelst eines scharfen Stahls äußerlich abgedreht wird.

Die Holzstücke, die zu den Stäben verarbeitet werden sollen, werden erst in der gehörigen Länge und Breite zugeschnitten, auf den erwähnten Schlitten gelegt, und mit Klammern darauf befestigt.

Die Schablone ist eine lange biegsame Stange, die durch eine Reihe beweglicher Klötze mittelst Schrauben in jeder beliebigen Krümmung auf dem Tische befestigt werden kann. Indem nun der Schlitten mit einem seitlich vorspringenden Arme an die Schablone angedrückt, und von dem Arbeiter gegen die Säge vorgeschoben wird, beschreibt er nebst dem darauf befestigten Holze genau die verlangte Kurve. Die Kreissäge wird während dem durch irgend eine Triebkraft vermittelst eines Riemens oder einer Schnur ohne Ende sehr schnell und kräftig gedreht. Der Schlitten mit dem Holze wird durch eine einfache Vorrichtung stets gleichmäßig gegen die Schablone gedrückt, und durch Drehen an einer Kurbel vorgeschoben, und nach vollendetem Schnitt zurückgezogen, worauf dann auch die gegenüberliegende Seite des Holzes beschnitten wird.

Hat man solchergestalt die zu einem Fasse nöthige Menge von Stäben fertig, so setzt man die unteren Enden in einem Ring zusammen, und zieht sie durch provisorische Bänder, wie dies auch beim gewöhnlichen Faßbinden geschieht, zusammen. Hierauf wird es in einem eignen Gerüst auf eine horizontale Unterlage gestellt, die mittelst eines Hebels beliebig gehoben und gesenkt werden kann, so daß der obere Rand genau in die richtige Höhe kommt, um durch die oben erwähnte Maschine abgeglichen

Digitized by Google

zu werden. Indem nun die an dieser Maschine befindlichen Messer innerhalb des Fasses herumgedreht, und zu gleicher Zeit auch in der Richtung des Durchmessers vorgeschoben worden, schneiden sie die Stäbe in der gehörigen Ebene ab, und arbeiten zugleich die zur Aufnahme des Bodens erforderliche Ruth aus. Ist die eine Seite des Fasses so weit fertig, so wird es umgedreht, um auch an dem anderen Ende dieselbe Bearbeitung zu erfahren.

Demnächst werden die zu den Böden bestimmten Brettstücke in einer ganz ähnlichen Maschine, wie die vorher beschriebene, mittelst einer Kreissäge an beiden Seiten geradlinig beschnitten, dann neben einander gelegt, durch eine eigene Vorrichtung fest zusammen gedrückt, worauf dann ein Messer durch eine Maschine in einem Kreise von entsprechender Größe herumgeführt wird, und den Boden genau rund ausschneidet, und zugleich auch den Rand mit der nöthigen schrägen Zuschärfung versieht.

Die Böden werden dann wie gewöhnlich eingesetzt, hierauf das ganze Faß in eine Art Drehbank eingespannt, und mittelst eines auf einer Art Support befestigten Eisens äußerlich abgedreht, worauf es fertig ist.

Fäulniß (Putrefaction) und Mittel zur Verhütung derselben.

Die allermeisten vegetabilischen und animalischen Substanzen erleiden, wenn sie in feuchtem Zustande und bei mehr oder weniger freiem Zutritt der atmosphärischen Luft aufbewahrt werden, die, zwar den äußeren Erscheinungen nach sehr bekannte, den chemischen Vorgängen nach jedoch noch sehr unvollständig erklärte Entmischung, die mit dem allgemeinen Namen Fäulniß belegt, aber ohne Zweifel je nach der Zusammensetzung des faulenden Körpers sehr verschieden ist, und selbst bei einem und demselben Körper in einer Reihenfolge verschiedener, vielleicht sehr komplizirter chemischer Prozesse besteht.

Nach dieser Definition müssen auch die Wein- und die sauere Gährung hieher gerechnet werden, die aber theils der dabei Statt findenden Erscheinungen, theils und besonders der dabei entstehenden Produkte (Alkohol und Kohlensäure bei der Wein-, Essigsäure bei der Essiggährung) wegen gewöhnlich als besondere Entmischungsprozesse von der speziell sogenannten Fäulniß, oder fauligen Gährung unterschieden werden.

Die Erscheinungen bei der Fäulniß in dem letzteren Sinne bestehen im Allgemeinen darin, daß die faulende Substanz allmählig ihren Zusammenhang verliert, häufig eine breiartige Beschaffenheit annimmt, dabei einen mehr oder weniger stinkenden Geruch entwickelt, und endlich zu einer lockeren, fast pulverförmigen Masse, Moder, austrocknet.

Stickstoff haltende, also besonders thierische Stoffe, unterliegen der Fäulniß weit eher, und machen sie weit schneller durch, als die stickstofffreien organischen Verbindungen; ja es sind unter diesen mehrere, wie z. B. die Harze, die Fette, die flüchtigen Oele, und einige andere, die der eigentlichen Fäulniß gar nicht fähig zu sein scheinen, die daher auch beim Faulen solcher Körper, in denen sie sich vorfanden, unverändert zurück bleiben.

Die Fäulniß stickstoffhaltiger Substanzen gibt sich besonders durch einen unerträglichen Gestank zu erkennen, wovon bei stickstofffreien Körpern wenig zu bemerken ist.

Unsere Kenntnisse hinsichtlich der dabei eintretenden chemischen Zersetzungen beschränken sich auf etwa das Folgende: Es wird zuerst Sauerstoff aus der Luft aufgenommen, der sich ganz oder doch größtentheils mit Kohlenstoff zu Kohlensäure verbindet, die gasförmig entweicht. Die Fäulniß verdient daher streng genommen nicht den Namen einer Selbstentmischung, denn sie tritt nicht von selbst in den organischen Substanzen ein, so lange diese allen äußeren Einwirkungen fremder Agentien entzogen sind, worauf sich die verschiednen Mittel zur Verhinderung der Fäulniß gründen, die weiter unten angegeben werden sollen.

Hat nun durch Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffes die Fäulniß einmal ihren Anfang genommen, so schreitet sie, wie es scheint, selbst

Digitized by Google

ohne allen ferneren Zutritt von Sauerstoffgas fort, jedoch mit verschiedenen Erscheinungen, je nachdem der freie Zutritt des Sauerstoffes gestattet, oder mehr oder weniger gehindert ist. Bei Absperrung des Sauerstoffzutrittes nach Eintritt der Fäulniß ist ihr Verlauf jedenfalls sehr langsam, wie man dieses an den blechernen verlötheten Büchsen beobachten kann, in welchen Fleisch nach der Appertschen Methode, von welcher weiter unten die Rede sein wird, eingeschlossen wird. In diese Büchsen nämlich wird das fertig zubereitete Fleisch gethan, die Büchse dann mit stark eingekochter Brühe völlig angefüllt, und luftdicht verlöthet. Ist diese Füllung richtig beschafft, so hält sich das Fleisch jahrelang, ohne übelschmeckend zu werden; ist jedoch die kleinste Menge Luft in der Büchse geblieben, so tritt allmälig Fäulniß ein, es entwickeln sich Gasarten (kohlensaures Gas), wodurch die flachen Böden der zylindrischen Büchse in sehr bemerklichem Grade bauchig aufgetrieben werden. Ist jedoch dieser Punkt einmal eingetreten, so geht die fernere Zersetzung außerordentlich langsam, oder vielmehr in kaum bemerkbarem Grade vor sich.

Ein zweites Produkt neben der Kohlensäure, das inzwischen nur bei stickstoffhaltigen Stoffen entsteht, für die Fäulniß dieser aber besonders charakteristisch ist, ist Ammoniak, durch den Zusammentritt von Stickstoff und Wasserstoff gebildet. Dieses veranlaßt nicht nur zum großen Theil den widrigen Geruch bei der Fäulniß thierischer Körper, sondern scheint auch dazu beizutragen, das schnelle Aufweichen, und somit den raschen Fortschritt des Zersetzungsprozesses zu fördern.

Ein ferneres Produkt, dessen Bildung besonders bei der Fäulniß unter Wasser beobachtet wird, ist die Sumpfluft (Kohlenwasserstoffgas). Thierische Stoffe, in deren Zusammensetzung häufig etwas Schwefel eingeht, entwickeln, wie dies beim Faulen der Eier am entschiedensten hervortritt, Schwefelwasserstoff. Ob sich in Folge eines Phosphorgehaltes auch Phosphorwasserstoff entwickeln könne, wodurch man wohl das Phosphoresziren faulender Fische erklärt hat, scheint noch manchem Zweifel zu unterliegen.

Eine weitere Entwicklung dieses Zersetzungsprozesses, dessen Dauer durch das Auftreten von lebendem Gewürm in der Regel sehr abgekürzt wird, kann hier füglich übergangen werden.

Wichtig in technischer Beziehung aber ist die Kenntniß der zum Eintritt und zum Fortschreiten der Fäulniß nothwendigen Bedingungen. Diese sind 1. Zutritt von Sauerstoff oder atmosphärischer Luft, wenigstens zu Anfang des Prozesses; 2. Gegenwart von Wasser; 3. Wärme.

1. Sauerstoffzutritt. Animalische sowohl wie thierische Substanzen, dem Sauerstoff vollständig entzogen, faulen nicht. Wird Muskelfleisch in einer mit Quecksilber gesperrten und mit kohlensaurem, oder mit Wasserstoffgas gefüllten Glasglocke aufbewahrt, so hält es sich Monate lang, ohne einen bemerklichen Geruch anzunehmen, während es unter übrigens denselben Verhältnissen in Sauerstoffgas oder atmosphärischer Luft bald in stinkende Fäulniß übergeht. Auch die Weingährung nimmt nur in Folge einer anfänglichen Sauerstoffabsorbtion, wobei zuerst nur Hefe gebildet wird, ihren Anfang. Traubensaft, im luftleeren Raume oder in reinem Wasserstoffgas ausgepreßt, geht nicht in Gährung über; während er, bei Luftzutritt ausgepreßt, selbst in verschlossenen Gefäßen einer langsam fortschreitenden aber regelmäßig verlaufenden Weingährung unterliegt.

2. Gegenwart von Wasser. Ausgetrocknete organische Materien, an trockner Luft aufbewahrt, halten sich unverändert, wie dies unter Anderen der gewöhnliche Tischlerleim zeigt, der im aufgeweichten Zustande sehr schnell in stinkende Fäulniß geräth. Aber selbst in feuchtem, aufgeweichtem Zustande können sich selbst stickstoffhaltige organische Körper erhalten, wenn nur das Wasser mit einem Salze, oder mit Zucker gesättigt, oder ihm eine der antiseptisch wirkenden Substanzen zugesetzt ist, von welchen weiter unten die Rede sein wird. Die Wirkung der Salze, des Zuckers, des Weingeistes wird gewöhnlich durch die Annahme erklärt, daß diese Stoffe das Wasser gewissermaßen in Beschlag nehmen, und dadurch eine

Digitized by Google

Art Austrocknung hervorbringen. Es ist aber noch keineswegs mit Sicherheit erklärt, welche Rolle das Wasser bei der Fäulniß spielt, ob es, wie neuerdings behauptet ist, durch den Stickstoff und Kohlenstoff des organischen Körpers zersetzt, und zur Bildung von Ammoniak und Kohlensäure verwandt wird, oder ob es nur als flüssiges Medium dazu dient, Theile des organischen Körpers aufzulösen, und dadurch seine Atome in den zur Entmischung nöthigen Zustand von Beweglichkeit zu bringen.

Viel weniger also läßt sich darüber entscheiden, worin die Wirkung von Salz, Zucker, Alkohol u. dgl. besteht. Am ungezwungensten dürfte die Vermuthung sein, daß das Wasser durch Sättigung mit Salz, Zucker oder dgl. seiner auflösenden Kraft auf den organischen Körper theilweise beraubt wird.

3. Wärme. Das Verhalten von Fleisch und anderen animalischen Nahrungsmitteln in der Sommerwärme und Winterkälte liefert hinlängliche Beweise für den großen Einfluß der Temperatur auf den schnellen Eintritt und Fortgang der Fäulniß. Schon bei wenigen Graden über dem Gefrierpunkt geht die Fäulniß äußerst langsam von Statten, bei 0° hört sie fast gänzlich auf, und sinkt die Temperatur noch einige Grade tiefer, wobei die wässerigen Säfte des Körpers zum Gefrieren kommen, so findet vollständiger Stillstand aller Fäulnißerscheinungen Statt.

Pallas entdeckte im nördlichen Sibirien Ueberreste antediluvianischer Thiere in Eisbergen eingefroren, deren Fleisch noch ungefault und völlig genießbar war.

Künstliche Aufbewahrung organischer Körper.

Die verschiedenen Mittel, die sich zu diesem Zwecke darbieten, und theilweise auch wirkliche Anwendung finden, bestehen entweder darin, die genannten äußeren Einwirkungen, also Zutritt von Sauerstoff, Wasser und Wärme abzuwehren, oder aber gewisse Substanzen in Anwendung zu bringen, die, wie die Erfahrung zeigt, der Fäulniß entgegen (antiseptisch) wirken, wie z. B. die meisten ätherischen Oele, besonders Terpenthinöl, verschiedene Metallsalze, als Quecksilbersublimat, Zinnchlorid, ganz besonders aber, und unter allen am ausgezeichnetsten das Kreosot. Häufig wendet man, um desto sicherer zu gehen, mehre dieser Konservativmittel zu gleicher Zeit an.

1. Trocknen. Unter allen unstreitig das wirksamste, leider aber aus anderen Rücksichten nicht immer empfehlenswertheste Verfahren. Einentheils nämlich ist es bei größeren Gegenständen, z. B. größeren Fleischstücken, schwierig, die Trocknung in der That vollständig und so schnell zu bewirken, daß nicht schon während derselben eine partielle Fäulniß eintritt, anderntheils aber, und hierin liegt das Haupthinderniß, schrumpfen die Substanzen, zumal solche, die im frischen Zustande sehr weich und saftig waren, so stark zusammen, daß sie nachher auch durch anhaltendes Kochen nicht wieder ganz aufzuweichen sind. Endlich verursacht das Trocknen, zumal bei großeren Quantitäten, auch sehr bedeutende Mühe und Umstände, und ist daher schon aus ökonomischen Rücksichten nicht immer vortheilhaft.

Fleisch, in dünne Streifen zerschnitten und an der Sonne getrocknet, wie dies in einigen Gegenden von Amerika geschieht, wird sehr hart, und liefert eine, jedenfalls schwer verdauliche und wenig schmackhafte Speise. Ein weit besseres, aber auch kostspieligeres Verfahren ist folgendes:

Man bringt in einem Kessel Wasser zum Sieden, und legt das, in etwa ½ Pfund schwere Stücke zerschnittene Fleisch auf einige Minuten hinein, nimmt sie dann heraus, und bringt sie sofort auf Horden in einer geheizten Trockenstube, deren Temperatur aber nicht 50° C übersteigen darf, und fährt mit dem Abbrühen frischer Portionen in demselben Wasser so lange fort, bis das letztere zu einer sehr dicken, konzentrirten Fleischbrühe geworden ist, die man dann noch soweit eindampfen muß, bis ein Pröbchen, auf einen kalten Körper gebracht, schnell zu einer steifen Gallerte erstarrt.

Digitized by Google

Wenn nun nach Verlauf von etwa zwei Tagen das Fleisch völlig trocken ist, so erweicht man die Gallerte durch Erwärmen, taucht das Fleisch Stück für Stück in sie ein, und trocknet es wiederum, wodurch es auf seiner Oberfläche einen firnißartigen Leimüberzug erhält. Reicht die vorhandene Gallerte hin, so kann dieser Firnißüberzug durch nochmaliges Eintauchen und Trocknen noch verstärkt werden. An einem recht trocknen Orte aufbewahrt, hält sich das so behandelte Fleisch völlig unverändert, und erlangt beim nachherigen Kochen seine anfängliche Weichheit, wenn auch nicht ganz, aber doch in genügendem Grade wieder.

Am häufigsten wendet man die Trocknung bei Früchten an, die entweder in rohem ganz unveränderten Zustande getrocknet werden, z. B. Weinbeeren zur Bereitung der Rosinen und Korinthen, Pflaumen, Kirschen u. dgl., oder vorher in Scheiben zerschnitten werden, wie z. B. beim Trocknen der Aepfel. Die Trocknung kann, zumal in wärmeren Klimaten, an der Sonne, sonst auch in einem Backofen, oder in einem eignen Trockenzimmer geschehen. Hieher gehört die in neuerer Zeit aufgekommene Methode der Runkelrübenzuckerfabrikation aus getrockneten Rüben. Die durch eine Maschine in Scheiben zerschnittenen Rüben werden in einem Trockenhause getrocknet, und können so das ganze Jahr hindurch aufbewahrt werden, woraus sich für die Rübenzuckerfabriken der außerordentliche Vortheil ergibt, daß die Fabrikation ununterbrochen das ganze Jahr hindurch betrieben werden kann, während bei Anwendung frischer Rüben sich die Fabrikationszeit auf den Winter, und selbst nur einen Theil desselben beschränkt, indem die Rüben bei längerer Aufbewahrung der Verderbniß unterliegen; daß ferner die nutzbare Substanz der Rüben sich auf ein sehr kleines Volumen reduzirt, wodurch nicht nur viel Raum zur Aufbewahrung erspart, sondern auch der Transport in dem Grade erleichtert wird, daß getrocknete Rüben sich weit versenden lassen, mithin einen eigentlichen Handelsartikel bilden können, worin sowohl für die Zuckerfabriken, als auch für den Landbau ein sehr großer Vortheil liegt. Zwar verursacht das Trocknen der Rübenschnitte einen großen Aufwand an Brennmaterial, dieser aber kompensirt sich fast ganz dadurch, daß bei der nachherigen Verarbeitung die zu feinem Mehl gemahlnen Schnitte mit einer verhältnißmäßig sehr geringen Menge Wasser extrahirt, sofort einen sehr konzentrirten vorzüglich reinen Zuckersaft liefern, dessen Eindampfung nur noch wenig Brennstoff in Anspruch nimmt.

Getreidemehl, wie gewöhnlich feucht gemahlen, ist besonders bei fester Verpackung in Fässern der Verderbniß unterworfen. Zum Behuf weiter Versendung oder langer Aufbewahrung ist es daher nothwendig, das Getreide nicht nur nicht beim Mahlen zu netzen, sondern es in möglichst trocknem Zustande zu verarbeiten. Auch ungemahlnes Getreide, so wie alle anderen Samen unterliegen in völlig trocknem Zustande durchaus keiner Verderbniß, wenn auch freilich ihre Keimkraft allmählig verlöscht.

2. Sättigung des Wassers mit Salzen u. dgl.

a) Einsalzen. Eine der allergewöhnlichsten Methoden. Das Verfahren ist sehr einfach und besteht darin, das Fleisch zuerst mit Salz stark einzureiben, es hierauf mit Salz stark bestreuet einige Tage liegen zu lassen, es dann unter Gewichten oder einer Hebelpresse auszupressen, dieselbe Behandlung noch einmal zu wiederholen, das Fleisch hierauf in Fässer zu verpacken, und mit der ausgepreßten Lacke, die, wenn es sich um sehr lange Konservation handelt, etwa bis auf die Hälfte eingedampft werden kann, übergießt. Fische, so namentlich Häringe, werden mit Seesalz eingepökelt. Man legt sie nach dem Ausnehmen und Abwaschen etwa 24 Stunden lang in Salzlacke ein, und verpackt sie endlich in die Fässer. Das Einsalzen von Gemüsen, Früchten u. dgl. ist eine zu bekannte Sache, als daß es einer näheren Beschreibung bedürfte.

Statt des Kochsalzes können auch andere Salze in Anwendung gebracht werden, was jedoch mit Ausnahme von Salpeter, der wohl beim Ein-

Digitized by Google

salzen in geringer Menge zugesetzt wird, ihres unangenehmen Geschmackes wegen nicht geschieht. Eines der am kräftigsten wirkenden Salze ist Alaun und schwefelsaure Thonerde. Eine konzentrirte Lösung von schwefelsaurer Thonerde ist zum Einlegen der Leichen und Präparate bei anatomischen Arbeiten statt des Branntweins empfohlen, dürfte aber den Messern und anderen stählernen Instrumenten wenig ersprießlich sein.

b) Einlegen in Alkohol (Branntwein). Diese bei anatomischen Präparaten, so wie beim Einmachen von Früchten übliche Methode verbindet den Vortheil der Einfachheit und Bequemlichkeit mit dem besonders für anatomische Präparate so wichtigen Umstande, daß die Theile in ganz unveränderter Gestalt und ihrem natürlichen weichen Zustande verbleiben, und zugleich durch die völlig klare Flüssigkeit vollkommen gut beobachtet werden können. Leider gestattet dieses so vortreffliche Aufbewahrungsmittel seines Geschmackes wegen nur eine sehr beschränkte Anwendung auf die Konservation von Nahrungsstoffen.

c) Einmachen in Zucker. So sehr auch eine verdünnte Zuckerlösung geneigt ist, durch Vermittlung faulender stickstoffhaltiger Substanzen, besonders der Hefe, in die Weingährung überzugehn, eben so stark widersteht sie derselben in konzentrirtem Zustande, und schützt so selbst andere, damit imprägnirte Stoffe vor der Verderbniß. Das Einmachen der Früchte, Wurzeln und anderer Pflanzentheile in Zucker ist im Uebrigen eine ganz bekannte Sache.

3. Abkühlung. Hieher gehört das bekannte Verfahren, Fleisch und andere Nahrungsmittel in der warmen Jahreszeit in Eiskellern aufzubewahren; so auch die in England übliche Methode, Fische, so namentlich Lachse, in Eis zu verpacken, um sie so von den nördlicheren Gegenden nach London zu transportiren.

4. Schutz vor Zutritt von freiem Sauerstoff. In diese Rubrik gehört zuvorderst das von M' Sweeny angegebene Verfahren, Fleisch in völlig luftfreiem Wasser aufzubewahren. Man bringt das durch fortgesetztes Kochen von aller Luft befreite Wasser in einen Topf, schüttet Eisenfeilspähne oder Schwefelpulver hinein, legt dann das Fleisch in das Wasser, und bedeckt dieses mit einer etwa einen halben Zoll dicken Oelschicht. Indem diese den Luftzutritt größtentheils verhindert, das Eisen aber die kleine etwa noch vorhandene oder hinzutretende Sauerstoffmenge beständig hinwegnimmt, wird das Wasser in luftfreiem Zustande erhalten, und das Fleisch selbst mehrere Monate hindurch in gutem, genießbaren Zustande bewahrt.

Das so berühmt gewordene Appert'sche Verfahren der Konservation von fertig zubereiteten Speisen beruhet ebenfalls auf dem Prinzip des völligen Luftausschlusses. Zubereitete Fleischspeisen nämlich, die zu dem Ende möglichst stark eingekocht werden müssen, bringt er in zylindrische Blechbüchsen von angemessener Größe, die damit größtentheils gefüllt werden, löthet dann einen mit einer kleinen Oeffnung versehenen Deckel darauf, füllt durch diese Oeffnung den noch leeren Raum völlig mit Sauce, und verlöthet endlich auch diese Oeffnung mit einem Stückchen Blech. Die soweit fertigen Büchsen setzt er je nach ihrer Größe ½ bis 1 Stunde einem siedenden Wasserbade aus, wobei auch die letzten Spuren von Sauerstoff mit den Bestandtheilen der Brühe zusammen treten, und dadurch außer Wirkung kommen, worauf nach dem Erkalten die Büchsen noch mit Oelfarbe angestrichen werden.

Appert liefert eine große Auswahl so zubereiteter Fleischspeisen, die, wie durch zahlreiche, von der französischen Marine angestellte Versuche erwiesen ist, sich 1 bis 1½ Jahr hindurch in unverändertem Zustande erhalten.

Ist in einzelnen Büchsen ausnahmsweise Verderbniß eingetreten, so kann man diese schon äußerlich daran erkennen, daß die flachen Böden durch entwickeltes Gas bauchig aufgetrieben sind. Kleinere Gegenstände,

Digitized by Google

als Erbsen, Bohnen u. dgl. werden in gläserne Flaschen gethan, diese mit sehr guten Körken fest verschlossen und nun ebenfalls in einem Wasser- oder Dampfbade einer etwas über 100° gehenden Temperatur ausgesetzt.

Um das Zerspringen der Flaschen zu verhüten, versieht man den Kessel mit einem durchlöcherten doppelten Boden, stellt die, am besten in leinene Säckchen eingebundenen Flaschen darauf, und bringt nun das Wasser zum Kochen. Nach vollendeter Kochung bleiben die Bouteillen noch einige Stunden in dem Kessel, um damit langsam abzukühlen, worauf man sie herausnimmt, und nach dem völligen Erkalten verpicht.

Erbsen und andere Gemüse können zwar roh in die Flaschen gegeben werden, doch ist es zweckmäßiger, sie vorher in heißem Wasser abzubrühen, indem sie dadurch auf ein kleineres Volumen reduzirt werden, und die Flaschen mehr davon aufnehmen, mithin um so weniger Luft darin bleibt. Die Erhitzung in dem Wasserbade muß je nach der verschiedenen Beschaffenheit der Gemüse 1 bis selbst 2 Stunden dauern. Auch Milch kann nach der Appert'schen Methode ziemlich lange konservirt werden, wenn man eine reine Flasche damit füllt, sie gut verkorkt, und etwa ¾ Stunden dem Wasserbade übergibt.

Auch die meisten Verfahrungsarten zur Aufbewahrung der Eier kommen darauf hinaus, das Eiweiß vor dem Luftzutritte zu schützen, denn die Schale ist mit unzähligen Poren durchlöchert, durch welche die Luft fast freien Zutritt zu dem Innern hat. Eines der gewöhnlichsten Mittel besteht in der Anwendung von Kalkmilch. Man schichtet nämlich die Eier, das spitze Ende zu unterst, in einen Steinguttopf, und füllt diesen mit Kalkmilch. Bei dem allmäligen Eindringen des Kalkes in die Poren bildet sich eine harte kittartige Verbindung von Eiweiß und Kalk, welche dem, in das Kalkwasser eindringenden Sauerstoff den Zugang zu dem Inneren der Eier versperrt. Die Eier halten sich so hinlänglich gut, um bei der Zubereitung anderer Speisen gebraucht werden zu können; für sich allein genossen aber kommen sie frischen Eiern doch nicht gleich.

Ein anderes Mittel besteht darin, die frischen Eier auf kurze Zeit, etwa 2 Minuten, in siedendes Wasser zu tauchen, so daß das Eiweiß bis zu einer gewissen, wiewohl nicht bedeutenden Tiefe, hart gekocht wird, und somit eine schützende Decke für den unkoagulirten Theil abgibt. Die Eier werden dann zwischen Sägespähnen an einem kühlen Orte aufbewahrt. Noch sicherer würde es sein, die auf die eben erwähnte Art oberflächlich abgekochten Eier noch heiß mit einer starken Gummilösung, der man, um das völlige Austrocknen und Rissigwerden zu verhindern, ein wenig Zuckersyrup zusetzen könnte, zu bestreichen und nun in Kohlenpulver aufzubewahren.

5. Anwendung antiseptisch wirkender Substanzen.

Zu diesen gehört, wie bereits oben erwähnt, vornehmlich das Kreosot, dessen Gegenwart in dem Rauche sowohl, wie in dem Holzessig höchst wahrscheinlich die so ausgezeichnet fäulnißwidrige Wirkung des Räucherns, so wie der Behandlung mit Holzessig bedingt.

Das zu räuchernde Fleisch wird zuerst mit Salz, häufig auch etwas Salpeter eingerieben, und nun am besten in einer Rauchkammer geräuchert. Rauch von Laubholz ist hiezu dem von Nadelholz vorzuziehen, weil die harzige Beschaffenheit der Nadelhölzer einen nicht angenehmen Nebengeschmack des Fleisches zur Folge hat. Die Hauptregel beim Räuchern von Fleisch ist die, nur sehr gelinden Rauch zu geben, und durch Zeit zu ersetzen, was der Wirkung an Intensität abgeht. Bei raschem starken Räuchern ist es unmöglich, eine gleichmäßige Beschaffenheit des Stückes zu erzielen; es wird äußerlich schon übertrieben stark geräuchert sein, wenn die Wirkung kaum angefangen hat, die mittleren Theile zu treffen. Nur zu allerletzt pflegt man wohl auf kurze Zeit starken Rauch zu geben, um die der Luft zunächst exponirte Oberfläche vorzugsweise zu sichern.

Digitized by Google

Fleisch, auf kurze Zeit in Holzessig eingelegt und dann an der Luft etwas getrocknet, hält sich vollkommen eben so gut, wie geräuchertes, schmeckt jedoch nicht so angenehm; daher denn auch der Holzessig trotz seiner ausgezeichnet antiseptischen Wirkung nicht eben zur Konservation von Nahrungsstoffen verwandt wird.

Anderweitige Antiseptica, z. B. Queckſilbersublimat, Zinnchlorid, weißer Arsenik finden hauptsächlich ihre Anwendung zum Konserviren naturhistorischer Gegenstände, und zum Einbalsamiren der Leichen. Schon bloßes Einspritzen von Sublimatlösung in die Adern, noch besser aber Einlegen des ganzen Körpers in eine solche Lösung gewährt völligen Schutz gegen Fäulniß und Verwesung; so auch Holzessig in derselben Art angewandt, und es leidet nach den Mittheilungen, die uns Plinius über das Verfahren der Aegyptier, ihre Todten einzubalsamiren, gibt, keinen Zweifel, daß Holzessig dabei die Hauptrolle spielte. Die Leichen wurden zuvörderst in eine Lauge von kohlensaurem Natron, wie dieses in den Natronseen Aegyptens vorkommt, eingelegt, und darauf mit einer Flüssigkeit, die er Cedrium nennt, unter welcher Benennung das, beim Theerschwelen zuerst ablaufende saure Wasser, die sogenannte Theergalle, zu verstehen ist, ausgespritzt.

Das Ausstopfen der hohlen Theile des Körpers mit wohlriechenden Harzen und anderen Spezereien mochte allerdings zur Erhaltung der Leichen mit beitragen. —

Konservation des Wassers. Es ist eine bekannte Sache, daß Wasser, zumal bei der Aufbewahrung in hölzernen Fässern, gar leicht übelriechend wird. Die Ursache davon liegt darin, daß das Wasser bei seiner steten Berührung mit dem Holz die darin enthaltenen extraktiven Theile langsam auflöst, welche nun in Fäulniß übergehn. Nach Beobachtungen von Prechtl soll hiebei der in dem meisten Wasser enthaltene Gyps eine Zersetzung erleiden und Schwefelwasserstoff entwickeln, der dann das Wasser völlig ungenießbar macht.

Hölzerne Gefäße sind daher zur langen Aufbewahrung von Wasser nicht wohl anwendbar, weshalb man denn, zumal auf den englischen Schiffen, angefangen hat, das Trinkwasser in eisenblechernen Fässern mitzunehmen, die zwar dem allmäligen Rosten unterliegen und in so fern kostspieliger sind, als hölzerne, in denen sich aber das Wasser gut konservirt.

Bei der antiseptischen Wirkung der Kohle und ihrer Eigenschaft, Gasarten und riechende Effluvien zu absorbiren, hält sich das Wasser auch ziemlich lange in hölzernen Fässern, die innerlich verkohlt wurden, doch hält die schützende Wirkung einer solchen dünnen Kohlenschicht nur eine gewisse Zeit hindurch vor.

Handelt es sich darum, schon verdorbenes Wasser wieder trinkbar zu machen, so ist Kohle das allerzweckmäßigste und wirksamste, daher auch fast allein gebräuchliche Mittel. Die Art ihrer Anwendung ist in dem Artikel „Filtriren“ nachzusehen.

Ein ferneres Mittel zur theilweisen, wenn auch nicht vollständigen Reinigung des Wassers ist der Zusatz einer sehr kleinen Menge Alaun (1 Quentchen fein pulverisirt auf 7 Maß Wasser). Hiedurch wird zwar das Wasser geklärt, und der größte Theil der aufgelösten organischen Substanzen niedergeschlagen, allein der einmal vorhandene faulige Geruch kann durch Alaun nicht zerstört werden.

Als Präservativmittel aber, vor Eintritt der Fäulniß zugesetzt, leistet er allerdings durch seine kräftig antiseptische Wirkung gute Dienste. —

Fayence, s. Töpferei.

Federharz, s. Kautschuk.

Federn (Feathers, Plumes), finden im Allgemeinen eine dreifache Anwendung: 1. zum Schmuck; 2. zum Ausstopfen der Betten; 3. und ganz besonders zum Schreiben.

Digitized by Google

Die Bearbeitung der Schmuckfedern ist bei allen Sorten so ziemlich dieselbe; wir theilen hier als Beispiel die Zubereitung der Straußfedern mit. Es werden verschiedene Arten von Straußfedern unterschieden; im Allgemeinen sind die von dem Männchen die weißesten und schönsten. Die in der Nähe der Bürzeldrüse (am hinteren Ende des Rückens) wachsenden Bürzelfedern sind die vorzüglichsten; demnächst folgen die Schwungfedern von den Flügeln; die Schwanzfedern bilden die geringste Sorte. Die Straußdunen, von dem Bauch und anderen Theilen des Körpers, sind kürzer und von 4 bis höchstens 14 Zoll; sie sind bei dem männlichen Vogel schwarz, bei dem weiblichen grau. Die schönsten weißen Federn der Weibchen sind stets nach den Enden zu ein wenig graulich, wodurch sie gegen die männlichen Federn, die völlig rein weiß sind, in der Qualität, daher auch im Preise, zurückstehen.

Der Haupthandel mit Straußfedern geht von Algier, Tunis, Alexandrien, Madagaskar, und der Mündung des Senegal aus; unter ihnen liefert Algier die schönsten, der Senegal die am wenigsten schönen Federn.

Um die Federn zu waschen, geht man folgendermaßen zu Werke: Man löst 8 Loth klein geschnittene weiße Seife in 8 Pfund warmem Wasser, das sich in einem recht geräumigen Behälter befindet, und schlägt das Seifenwasser zu Schaum. Man bringt nun zwei Bündel mit Bindfaden zusammen gebundener Federn hinein, und arbeitet sie etwa 5 Minuten lang mit den Händen durch, und wäscht sie darauf in reinem handwarmen Wasser.

Die Federn werden, um sie ganz weiß zu machen, zuerst auf ähnliche Art wie die Strohhüte, geschwefelt (M. s. d. Art. „Schwefeln"), hierauf geblauet, indem man sie rasch durch kaltes Wasser, in welchem ein wenig fein gemahlener Indig aufgeschwemmt ist, hindurch zieht, und dann noch in einem Bad von heißem Wasser, in welchem spanisches Weiß suspendirt ist, herumgenommen, endlich dreimal nach einander in handwarmem Wasser ausgewaschen, auf Bindfaden zum Trocknen aufgehängt, und dabei von Zeit zu Zeit stark geschüttelt.

Sind die Federn soweit fertig, so schabt man die Schafte mit einem Glasscherben, um sie recht biegsam zu machen. Die Fahne wird dann mit der Schneide eines stumpfen Messers gestrichen, wodurch sie das so hübsche gekräuselte Ansehen erhält.

Die Federn, die eine unangenehme, schmutzige Farbe besitzen und daher in ihrer natürlichen Farbe nicht verkäuflich sein würden, werden meistens schwarz gefärbt. Zu dem Ende werden, auf je 20 Pfund Federn, 25 Pfund Blauholz mit Wasser abgekocht, nach sechsstündigem Kochen das Holz herausgenommen, und 3 Pfund Eisenvitriol zu dem Dekokte gegeben, dann noch 15 bis 20 Minuten gekocht, und nun der Kessel vom Feuer genommen. Jetzt bringt man die Federn in kleinen Portionen hinein, vertheilt sie so gleichmäßig wie möglich in dem Bade, und läßt sie 2 bis 3 Tage darin liegen. Hierauf nimmt man sie durch eine ganz schwache alkalische Lauge und wäscht sie mehre Male mit Seifenwasser. Wenn sie durch diese Behandlung die gehörige Weiche und Biegsamkeit angenommen haben, spült man sie in kaltem Wasser, und trocknet sie. Ganz weiße Federn nehmen selten ein so schönes Schwarz an, als die von Natur grauen. Statt des Eisenvitriols soll auch essigsaures Eisen und zwar mit noch besserem Erfolg angewandt werden können.

Um andere Farben zu färben, müssen die Federn zuvor an der Sonne und im Thau gebleicht werden, wobei man sie an den Enden zuspitzt und sie einzeln in den Rasen einsteckt. Nach 14 Tagen werden sie nun mit Seife gewaschen und gefärbt. Zum Färben dienen gewöhnlich die folgenden Pigmente: zu Hellroth und Rosa Saflor, zu Dunkelroth Brasilienholz nach vorhergegangenem Anbeizen mit Alaun. Zu Karmoisin werden die Federn auf die zuletzt angegebene Art gefärbt, und dann noch durch ein Orseillebad genommen.

Digitized by Google

Zu Violettbraun (prune de Monsieur) behandelt man die mit Brasilienholz gefärbten Federn mit einer schwachen alkalischen Lauge.

Blau in allen Tönen wird in der Indigküpe gefärbt.

Gelb, nach dem Beitzen mit Alaun in einem Wau- oder Kurkumebade. —

Aber nicht nur zur Verzierung der Kopfbedeckungen der Frauen und Soldaten dienen die Federn; sie erfüllen noch andere und wichtigere Zwecke. Einmal verschaffen sie uns die weichsten, elastischesten Kissen, um unseren müden Gliedern ein erquickendes Lager zu bereiten, andererseits gewähren sie der gesammten civilisirten Welt das unentbehrlichste Schreibmaterial. Zu beiden Zwecken dienen vornehmlich Gänsefedern.

Die Gänsedunen, die nächst den theuren Eiderdunen am allgemeinsten zum Ausstopfen der Betten gebraucht werden, müssen von der lebenden Gans gerupft sein, was jährlich dreimal, im Frühling, Sommer und Herbst geschieht. Haupteigenschaften guter Bettfedern sind Weiche, Elastizität und Leichtigkeit. Sie bedürfen keiner weiteren Zubereitung, als einer möglichst weit getriebenen Auflockerung durch Schlagen mit hölzernen Stäben, wodurch sie zugleich von Staub und Schmutz befreit werden. Diese Arbeit gelingt aber nur, wenn die Federn, sei es an der Sonne, sei es in einem Trockenzimmer, gehörig ausgetrocknet sind.

Behandlung der Federn mit Kalkwasser, um ihre weiße Farbe zu erhöhen, ist durchaus verwerflich, denn solche Federn stäuben selbst nach anhaltendem Gebrauche noch.

Eiderdunen (m. s. diesen Artikel) nehmen zwar hinsichtlich der Leichtigkeit und Weiche unter den Bettfedern den ersten Rang ein, sind indessen zu Unterbetten allzuweich und drücken sich unter der Last des menschlichen Körpers so stark zusammen, daß sie ein unbequemes Lager darbieten, daher man sich ihrer fast nur zu Federdecken bedient, die hinsichtlich der Weiche und Wärme alle ähnlichen Materiale weit übertreffen.

Schreibfedern. Hiezu dienen mit Ausnahme von Schwan-, Reiher-, Rabenfedern, die nur für gewisse besondere Zwecke, die letzteren namentlich zu feinen Federzeichnungen, Anwendung finden, allgemein die Schwungfedern der Gänseflügel. Die Holländischen Federposen haben von Alters her den Ruf der größten Vollkommenheit für sich gehabt, weil zuerst in Holland die Kunst aufgekommen ist, den Federn eine gehörige Zubereitung dadurch zu geben, daß man sie von einer fettigen Haut reinigt, mit der sie im natürlichen Zustande bedeckt sind und die ihrer Anwendung zum Schreiben durchaus hinderlich ist, indem sie sich dem freien Ausfluß der Dinte entgegensetzt, und daß man ihnen zugleich durch Austrocknung den nöthigen Grad von Härte und Elastizität ertheilt. Sehr lange wurde dieß in Holland mit heißer Asche bewerkstelligt, und das Verfahren sorgfältig geheim gehalten. Mit der Zeit aber kam es doch zur allgemeinen Kunde und seitdem hat sich die Anfertigung der Schreibfedern nicht nur auf andere Länder ausgedehnt, sondern auch wesentliche Verbesserungen erfahren.

Statt der Asche wird gegenwärtig fast allgemein mit heißem Sand gearbeitet. Die angemessenste Temperatur desselben ist 65° C.

Das gegenwärtig in London übliche Verfahren ist in soweit verschieden, als man die Posen theils in ihrem natürlichen ungefärbten Zustande beläßt, theils auch ihnen eine gelbe Farbe ertheilt. Das erste heißt die holländische Methode, und wird folgendermaßen bewerkstelligt. Der Arbeiter (im Englischen Dutcher genannt) sitzt vor einem kleinen Ofen, worin ein Kohlenfeuer brennt. Er ergreift nun eine Feder nach der anderen, hält sie etwa eine Sekunde über das Feuer, bringt sie mit der Wurzel der Pose, oder dem Theile, wo Kiel und Schaft zusammen stoßen, unter das stumpfschneidige Messer (the hook), drückt dieses mit der linken Hand fest an, und zieht die Federn mit der Rechten kräftig darunter

Digitized by Google

hinweg. Als Unterlage für die Feder dient ein rechteckiges wohl geglättetes Stück Eisen von 3 Zoll Länge, 1¼ Zoll Breite und 2¼ Zoll Dicke, das durch das Feuer auf etwa 175° erhalten wird. Das Messer ist eine Art Lineal von 15 Zoll Länge, das mit dem einen Ende sich auf einem Zapfen dreht, an dem anderen aber frei ist, und hier mit der Hand gehoben und niedergedrückt wird, ganz auf die Art, wie bei den bekannten Messern zum Kleinmachen von Hutzucker; die durch die Hitze erweichte Feder drückt sich unter dem Messer platt zusammen, wobei nicht nur die äußere Membran abgestreift, sondern auch die im Inneren befindliche Seele von den Wänden der Pose abgelöst wird, so daß sie beim nachherigen Schneiden der Feder herausfällt. Die Feder nimmt, so wie sie dem Drucke des Messers entzogen wird, ihre zylindrische Form wieder an. Ein geübter Arbeiter kann in einem Tage, zu 10 Stunden gerechnet, 2000 Federn fertig machen. Sind diese soweit fertig, so reibt sie eine Frau mit einem Stücke rauher Haifischhaut ab, worauf sie in Bunde von 25 Stück zusammen gebunden werden.

Um die Federn gelb zu machen, steckt man sie eine Nacht hindurch in eine Kurkumeabkochung, trocknet sie in warmem Sand und behandelt sie nun auf die angegebene Art. Die gelben Federn sehen zwar besser aus, doch gibt man im Allgemeinen den weißen den Vorzug.

Statt der so eben beschriebenen, in England üblichen Methode des Federziehens über freiem Feuer, wobei es ungemein schwierig, ja fast unmöglich ist, jeder Feder an allen Stellen genau die richtige Temperatur zu geben, worauf doch soviel ankommt, wird, wie schon erwähnt, auf dem Kontinent gewöhnlich ein heißes Sandbad dazu genommen, dessen Temperatur sich sehr genau reguliren läßt. — Schwan- und Rabenfedern erhalten genau dieselbe Zubereitung.

Die Qualität der Gänsefedern ist gar sehr verschieden. Die von recht gut genährten Gänsen, die im Mai oder Juni ausgezogen werden, oder auch von selbst ausfallen, sind die besten. Nur die fünf ersten Federn eines jeden Flügels können zum Schreiben gebraucht werden, und auch unter diesen ist ein bedeutender Unterschied. Die erste (Eck- oder Ortpose) ist zwar die dickste, aber kurz und unansehnlich; die zwei nächsten sind die besten, und werden Schlachtposen genannt; die vierte und fünfte, Breitfedern genannt, sind wieder weniger gut. Die Federn von dem rechten Flügel werden von denen des linken separirt, weil sie in entgegengesetzter Richtung gekrümmt sind, und die meisten Personen die von dem linken Flügel deshalb vorziehen, weil ihre Fahne beim Schreiben von dem Körper des Schreibenden abgewandt, und daher ein Anstoßen weniger leicht möglich ist. Im Allgemeinen, abgesehen von speziellern Unterschieden, schätzt man die Güte der Federn nach der Schwere. —

Feile (File, Lime), ein allbekanntes stählernes Instrument, mit scharfen, aufgebogenen parallelen Hervorragungen auf seiner Oberfläche, das zum Bearbeiten von Metallen, Elfenbein, Holz, kurz fast aller härteren Materiale allgemeine Anwendung findet.

Sind die Zähne mittelst eines geraden, scharfen, schneidigen Meißels hervorgebracht; so daß sie sich der Breite nach (wenn auch nicht rechtwinklich) quer über die Fläche des Instrumentes fort erstrecken, so nennt man es im Speziellen eine Feile. Wenn sie dagegen mit einem spitzen Meißel erzeugt sind, und daher in Gestalt einzelner pyramidaler Spitzen erscheinen, so nennt man das Ganze eine Raspel. Diese Letzteren werden, da die einzeln stehenden spitzen Zähne leichter dem Abbrechen oder dem Stumpfwerden unterliegen, fast nur auf weicherem Material, besonders auf Holz gebraucht; Feilen dagegen auf Metallen, auf Elfenbein, Perlmutter, Knochen, Horn, so wie auch, wo es sich um eine glattere Oberfläche handelt, auf Holz.

Man kann die Feilen nach der Anordnung und Beschaffenheit der Zähne, dem sogenannten Hieb, in mehrfacher Beziehung unterscheiden.

Digitized by Google

Besteht nämlich der Hieb aus einer Reihenfolge paralleler, rechtwinklich oder unter einem anderen Winkel quer über die Feile laufender Kerben, so nennt man sie einhiebig; die meisten Feilen aber haben außer dem ersten noch einen zweiten Hieb, dessen Zähne die des ersteren gewöhnlich unter einem ziemlich spitzen Winkel kreuzen. Einhiebige Feilen werden nur auf weicheren Metallen, z. B. Zinn und Blei, im Allgemeinen aber selten gebraucht. Die Erfahrung zeigt, daß sie bessere Wirkung machen, wenn der Hieb schräg, als wenn er rechtwinklich über die Feile geht, ohne Zweifel, weil im ersteren Fall die Wirkung der Zähne in gewissem Grade schneidend, im letzteren dagegen mehr schabend ist.

Ein fernerer Unterschied bezieht sich auf die Feinheit des Hiebes. Man unterscheidet in dieser Beziehung den groben Hieb (rough cut) den Mittelhieb (bastard cut), Halbschlicht (second cut) Schlicht (smooth) und Feinschlicht (dead smooth).

Ferner unterscheidet man die Feilen nach der Gestalt ihres Querschnittes in flache, halbrunde, dreieckige, viereckige und runde Feilen. Die ersteren haben häufig der ganzen Länge nach gleiche Breite und fast gleiche Dicke, andere Flachfeilen laufen in eine Spitze verjüngt zu. Die Halbrunden dagegen sind fast immer spitz zulaufend. Der Querschnitt solcher Feilen ist ein Kreissegment, das je nach den Zwecken, für welche die Feilen bestimmt sind, einen größeren oder kleineren Bogen umfaßt, und nur in seltenen Fällen einen vollen Halbkreis bildet. Die dreieckigen Feilen bilden gewöhnlich im Querschnitt ein gleichseitiges Dreieck, und laufen ebenfalls nach dem vorderen Ende verjüngt zu. Nur zum Schärfen der Sägen hat man dreieckige Feilen von überall fast gleicher Dicke. Die viereckigen Feilen sind quadratisch, wie z. B. die großen Armfeilen der Grobschmiede, und in der Mitte bedeutend dicker, als an dem vorderen und hinteren Ende. Runde Feilen endlich sind fast immer kegelförmig, laufen also in eine Spitze aus.

Zu den gröberen und schwereren Feilen wird im Allgemeinen Zementstahl von geringerer Güte genommen, zu feineren Feilen dagegen auch besserer Stahl. Sehr gut ist der Stahl aus russischem Eisen, das unter dem Namen Altzobeleisen (old sable) in den Handel kommt und mit dem Stempel CCND versehen ist. Zu den feinsten Lankashirer Uhrmacherfeilen wird Stahl aus schwedischem Eisen, und zwar dem Dannemoraeisen genommen. Die allervortrefflichsten Feilen liefert das Haus Stubbs in Warrington.

Bei der Darstellung des Stahls zum Behuf der Feilenfabrikation muß besonders auf möglichst vollständige Zementation gesehen werden, damit der Stahl bei der nachherigen Bearbeitung den größtmöglichen Härtegrad annehme; wobei jedoch sehr viel darauf ankommt, daß der Stahl selbst im glasharten Zustande einen gewissen Grad von Zähigkeit behalte, ohne welchen die Zähne der Feile beim Gebrauch gar leicht ausbrechen. Gerade dieser Umstand ist es, der die Auswahl eines möglichst reinen geschmeidigen Eisens so wichtig macht.

Ganz kleine Feilen werden meistens von Gußstahl gemacht, der auch zu den größeren der zweckmäßigste sein würde, wenn nicht der höhere Preis desselben diese Anwendung beschränkte. Er ist bedeutend härter, als Brennstahl und, da er im flüssigen Zustande gewesen ist, völlig frei von Schilfern und sonstigen Fehlstellen im Inneren, die im Brennstahl nicht selten vorkommen, da die in dem Stabeisen schon vorhandenen Absonderungen durch die Zementation eher verstärkt als vermindert werden.

Große Armfeilen werden in einer gewöhnlichen Schmiedeesse unmittelbar aus den zementirten Stäben geschmiedet, wie sie durch Zementation von quadratischem Stabeisen erhalten werden. Zu kleineren Feilen werden die zementirten Stäbe nur einfach ausgereckt.

Die Feilenhauer schmieden bei Kokesfeuer. Der beträchtlich große Ambos ist wie gewöhnlich gestaltet, mit einem Abschrot und den nöthigen

Digitized by Google

Gesenken zum Ausschmieden der runden und halbrunden Feilen versehen. Als Ambosstock dient, besonders in Sheffield, ein sehr großer Block des sogenannten Mill-stone (grobkörniger Sandstein), in welchen der Ambos fest verkeilt wird.

Flache und quadratische Feilen erhalten ihre Gestalt allein durch den Hammer; ein Arbeiter hält die, an dem vorderen Ende bis zu der entsprechenden Weite heiß gemachte Stahlstange, und führt den kleinen Schmiedehammer, während ein Gehülfe ihm gegenüber den gewöhnlich sehr schweren Vorschlaghammer mit breiter flacher Bahn führt. Dieses Ausschmieden geschieht in der Regel mit solcher Geschicklichkeit und Genauigkeit, daß die Flächen fast ganz flach und eben ausfallen, und von den Eindrücken der einzelnen Hammerschläge kaum eine Spur überbleibt. Die Ursache dieser außerordentlichen Genauigkeit und der Schnelligkeit, mit welcher die Arbeit vor sich geht, liegt offenbar darin, daß der Schmied, indem er nur allein und unaufhörlich Feilen schmiedet, in diesem speziellen Fache eine unglaubliche Uebung erlangt.

Zur Herstellung halbrunder und dreieckiger Feilen dienen Gesenke, in denen bei den ersteren die konvere Seite, bei den letzteren der eine Winkel ausgebildet wird, während die flache Bahn des Hammers die obere flache Seite ausbildet. Runde Feilen erfordern ein zweitheiliges (aus Unter- und Obertheil bestehendes Gesenk), zwischen welchen sie unter beständigem Drehen bald nach dieser, bald nach jener Seite ausgeschmiedet werden. Nach dem Schmieden ertheilt man den Feilen theils durch Schleifen, theils durch Befeilen genau die nöthige Gestalt und reine Oberfläche und schreitet nun zu der Hauptoperation, dem Hauen.

Die hiezu nöthigen Werkzeuge bestehen in Meißel, Hammer und Ambos. Die Meißel müssen etwas breiter, wie die zu hauenden Feilen und in einen Winkel von ungefähr 20° zugeschärft sein. Die Länge wird am besten so abgepaßt, daß man ihn bei der Arbeit noch bequem zwischen Zeigefinger und Daumen halten kann, dabei muß er hinlängliche Dicke besitzen, um sich unter den kräftigen Hammerschlägen nicht zu biegen. Die Hämmer wiegen fünf bis sechs Pfund, zu feinem Hiebe sind sie verhältnißmäßig kleiner. Der Ambos endlich, dessen Größe sich ebenfalls nach der Größe der Feilen richtet, besitzt eine möglichst geradflächige Bahn und ruht auf einem starken hölzernen Pfosten, der zugleich den Sitz für den Arbeiter fast in gleicher Höhe mit der Bahn des Amboßes trägt. Zu Anfang des Hauens einer Feile wird diese unmittelbar auf den Ambos aufgelegt, so daß das eine Ende, an welchem sich die Angel befindet, dem Arbeiter zugekehrt ist und wenig über den vorderen Rand, das andere Ende der Feile über den hinteren Rand des Amboßes hervorragt. Ueber jedes dieser überstehenden Enden wird nun ein lederner Riemen geschlagen, der bis zu einem der Füße des Arbeiters herabläuft und hier mit einer Art Steigbügel versehen ist, so daß der Arbeiter, während er im Sitzen seine Arbeit verrichtet und seine Füße in die beiden Steigbügel setzt, die Feile in unverrückter Lage auf den Ambos niederdrücken kann. Natürlicher Weise kann bei dieser Lage der Feile das vordere Ende, da es hohl liegt, und von dem einen Riemen bedeckt ist, nicht gehauen werden; man hilft sich daher beim Hauen der Spitze dadurch, daß man die Spitze auf den Ambos, die Angel aber auf eine besondere Stütze an der Vorderseite des Amboßes auflegt, und nur den vorderen Riemen, der zwischen Ambos und Stütze über die Feile hinweggeht, anzieht, die Feile also beim Hauen der Spitze nur mittelst des vorderen Riemens festhält. Ist nun der eine Hieb (der Unterhieb) fertig, so wird er mit einer feinen Feile leicht übergangen, um den Grath von der oberen Schärfe der Zähne wegzunehmen, worauf denn der zweite Hieb (Kreuzhieb), der den Grundhieb kreuzt, angebracht wird. Wenn die Feile solchergestalt an der einen Seite fertig ist, so folgt das

Digitized by Google

Hauen der entgegengesetzten Seite, wobei natürlich die gehauene Seite nicht unmittelbar auf dem Ambos aufliegen darf, der bei seiner Härte die Zähne beschädigen würde. Es wird daher ein flaches Stück Blei, oder besser eine Legirung von Blei und Zinn untergelegt. Beim Hauen halbrunder oder dreieckiger Feilen hat diese Unterlage eine entsprechende halbrunde, oder scharfwinklige rinnenförmige Vertiefung.

Raspeln werden genau auf dieselbe Art gemacht, nur mit dem Unterschiede, daß der Meißel nicht in eine scharfe Schneide, sondern in eine dreieckige Spitze ausläuft, die mithin lauter einzelne hervorragende Spitzen erzeugt.

Das Hauen ist hiebei dadurch erschwert, daß der Arbeiter nicht, wie bei den Feilen, einen Anhaltspunkt zum sicheren Aufsetzen des Meißels findet. Bei diesen nämlich bildet allemal der vorhergehende Hieb oder Zahn eine längere vorspringende Kante, an die sich der Meißel bei Ausführung des nächsten Zahnes lehnt, wodurch denn der nöthige Parallelismus der einzelnen Hiebe, bei einiger Uebung des Arbeiters, gesichert ist. Bei den Raspeln jedoch fällt dieses wichtige und so wesentliche Hilfsmittel hinweg, weil jeder Zahn isolirt, in Form einer einzelnen Spitze, in einiger Entfernung von den vorhergehenden dastehen soll. Hier also hängt die regelmäßige Anordnung der Zähne gänzlich von dem Augenmaße des Arbeiters ab, welcher einestheils darauf zu sehen hat, daß die Zähne in geraden Reihen und gleichen Abständen von einander liegen, und daß diese Reihen einander parallel sind, anderntheils aber auch die Zähne jeder Reihe so anbringen muß, daß sie allemal hinter den Zwischenräumen zwischen den Zähnen der nächstvorhergehenden Reihe zu stehen kommen. Dieser Schwierigkeit wegen findet man bei genauer Untersuchung selbst der besten Raspeln viel häufiger kleine Unregelmäßigkeiten, als bei Feilen.

Der Gedanke, das Feilenhauen mit Maschinen zu bewerkstelligen, liegt so nahe, daß man sich nicht über die große Zahl von Maschinen wundern darf, die zu dem Ende schon erfunden sind. Aber unter allen scheint sich bis jetzt noch keine bei der Anwendung im Großen bewährt zu haben, da auch jetzt noch alle Feilen aus freier Hand gehauen werden. Um indessen von einer solchen Maschine einen Begriff zu geben, lassen wir die Beschreibung der im Jahr 1833 patentirten Feilenhaumaschine von William Shilton in Birmingham folgen, die sich durch einige recht sinnreiche Vorrichtungen auszeichnet.

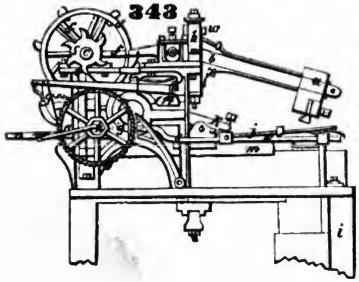
Die zu hauende Feile wird hiebei mittelst zweier Klammern auf einem horizontalen Schlitten festgehalten, der sich in absetzender Bewegung langsam unter dem Hammer, der zugleich den Meißel enthält, fortschiebt.

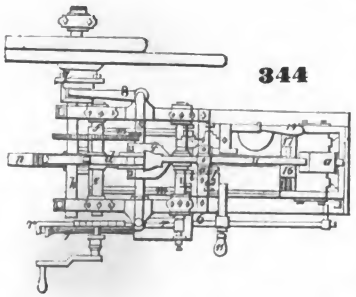
Die Strecke, um welche die Feile nach jedem Hiebe des Meißels fortrückt, richtet sich natürlicher Weise nach der Grobheit oder Feinheit der Feile und wird durch eine gezahnte Stange und ein Getriebe bewirkt, die wiederum vermittelst eines Sperrrades und Sperrkegels ihre Bewegung erhalten. Beim Hauen von Raspeln bringt der spitze Meißel mit jedem Schlage nur einen Zahn hervor, wird aber allmälig seitwärts von dem einen Rande des Stahlstückes zum anderen fortgerückt, so daß die Zähne reihenweise neben einander entstehn. Nachdem eine Reihe gehauen ist, rückt die Raspel in der Richtung ihrer Länge um die Entfernung einer Zahnreihe von der anderen fort, worauf dann die nächste Reihe gehauen wird; u. s. f.

Fig. 343 zeigt die Maschine im Aufriß, Fig. 344 in einer Ansicht von oben. a ist der mit dem Meißel versehene Kopf des Hammers, dessen Stiel b einen ungleicharmigen Winkelhebel bildet, und durch eine horizontale Achse, die sich in zwei Lagern auf dem Gerüste der Maschine dreht, seinen Drehpunkt findet. Ein mit Daumen versehenes Rad d, welches durch die Welle e gedreht wird, wirkt auf den kürzeren Arm des Hammers, und setzt diesen ganz in der Art, wie bei den gewöhnlichen Schwanzhämmern, in Bewegung. Das Daumenrad d empfängt seine

Digitized by Google

Bewegung von dem auf dieselbe Achse aufgezogenen gezahnten Rade f, welches mit einem Getriebe auf der Haupttriebwelle h in Eingriff steht; diese letztere aber kann auf irgend eine Art, durch eine Dampfmaschine, Pferdekraft oder sonst umgetrieben werden. Die Lage der zu hauenden Feile erblickt man in j. Diese nämlich wird an ihrer Angel mittelst der Klammer k gehalten, die an einem Schlitten festsitzt, der sich auf zwei horizontalen Schienen m m rück- und vorwärts schieben läßt. Diese Schiebung nun wird dem Schlitten durch eine gezahnte Stange n mitgetheilt, in welche ein Getriebe an der Achse des Sperrrades p eingreift. Dieses letztere aber erhält seine absetzend dreheude Bewegung durch den, in seine Zähne eingreifenden Sperrkegel q an dem Ende des Hebels r (Fig. 344).





Es ist nun einleuchtend, daß wenn dieser Hebel herabgedrückt wird, er mittelst des Sperrkegels dem Sperrrade q, und durch dieses wiederum der gezahnten Stange und somit der Feile eine vorschreitende Bewegung ertheilt. Dieses geschieht nun in der That durch ein zweites kleineres Daumenrad s, das mit auf der Welle e aufsitzt, folglich mit dem Daumenrade d, das den Hammer treibt, gleiche Bewegung erhält, und auch eine gleiche Zahl von Daumen, wie dieses besitzt. Das Rad s befindet sich genau über dem Hebel r und einem zahnartigen schräganſteigenden Vorsprunge t auf demselben, der bei der Drehung des Rades durch dessen Zähne niedergedrückt, die Feile auf die vorhin erörterte Weise um ein Gewisses vorschiebt.

Unmittelbar über dem Stiel des Hammers liegt eine starke Feder u, die bei v eine Biegung macht, durch eine Oeffnung in dem Gerüste w hindurchgeht, und hier mittelst einer Stellschraube beliebig stärker oder weniger stark herabgedrückt werden kann, wodurch man es in seiner Gewalt hat, die Stärke der Hammerschläge, mithin die Tiefe des Hiebes, zu reguliren. Eine andere, wiewohl schwächere Feder befindet sich unter dem Hammer, jedoch in solcher Entfernung, daß sie nur kurz vor dem Eindringen des Meißels in die Feile, mit dem Hammer in Berührung kommt, und ihn sogleich nach vollendetem Hiebe in die Höhe schnellt und hindert, auf die Feile zurückzufallen.

Auch diese untere Feder ist in dem Gerüst w festgemacht, und kann mittelst einer Stellschraube regulirt werden. Da aber die untere Feder den Hammer leicht so weit in die Höhe schnellen könnte, daß er, durch die Reaktion der oberen Feder auf die Feile herabgetrieben, sie nochmals treffen könnte, dient ein Fänger, der, unmittelbar nachdem der

Digitized by Google

Hammer von der unteren Feder zurückgeschnellt ist, sich unter den Stiel desselben vorschiebt und diesen am ferneren Herabsinken hindert. Dieser Fänger sitzt an einem Schlitten oder Schieber l und wird durch eine Feder vorgeschoben. Damit er aber, während der Hammer den Hieb ausführt, ihm nicht im Wege steht, so ist die Einrichtung getroffen, daß allemal derjenige Zahn des Daumenrades d, der zuletzt in Wirkung gewesen ist, einen darunter befindlichen Hebel herabdrückt, der auf den obengenannten Schlitten einwirkt und ihn in dem richtigen Momente, wo der Hammer den Schlag vollführt, nebst dem Fänger zur Seite zieht. Durch diesen Mechanismus ist also dem Hammer nur in dem Augenblicke des Hiebes der Zugang zu der Feile gestattet, sofort nach Beendigung desselben aber hört auch der Zahn des Daumenrades auf, den Fänger zurückzuhalten; dieser wird also durch seine Feder wieder vorgeschoben, und hebt den Zugang des Meißels zur Feile wieder auf, welche letztere nun auf die oben beschriebene Art um die Breite eines Hiebes vorgeschoben wird. Diese abwechselnden Bewegungen gehen nun in regelmäßiger Reihenfolge so lange fort, bis die Feile auf die erforderliche Länge gehauen ist, worauf dann der Hammer durch die Maschine selbst außer Gang gesetzt wird. Zu diesem Ende ist an dem oben erwähnten Schlitten, der das Vorschieben der Feile bewirkt, ein Arm 11 angebracht, der eine Zugstange 6 umfaßt. Diese nämlich geht frei durch ein Loch in dem erwähnten Arme hindurch, trägt aber an ihrem vordern Ende eine Hülse, die mittelst einer Stellschraube an beliebigen Punkten auf ihr befestigt werden kann. Beim Vorrücken des Schlittens mit der Feile wird also die Zugstange 6 so lange ruhig an ihrer Stelle beharren, bis der Arm des Schlittens gegen die erwähnte Hülse trifft, worauf dann die Stange mit fortgeschoben wird. Die Zugstange nun wirkt auf einen Winkelhebel 8, dessen anderes gabelförmig gestaltetes Ende eine Hülse auf der Welle h umfaßt, welche diese Welle mit der Triebwelle in Verbindung setzt. In dem Momente, wo die Feile fertig gehauen ist, wird, wie im Vorhergehenden gezeigt, die Zugstange angezogen, diese drückt mittelst des Hebels 8 die Hülse zurück und bewirkt so die verlangte Auslösung.

Nunmehr macht der Arbeiter die Feile los, und legt sie auf die andere Seite, um sie auch hier hauen zu lassen. Daß zu dem Ende der Schlitten mit der Klammer zurückgezogen werden muß, ist einleuchtend. Dieß geschieht nun mittelst einer kleinen Kurbel an der Achse des Sperrrades, wodurch man, natürlich unter gleichzeitiger Zurückhaltung des Sperrkegels, dieses Rad, und dadurch den Schieber nebst der Klammer in die anfängliche Lage zurückbringt. Ist Alles so weit fertig, so setzt man mittelst des Hebels 8 die Maschine mit der Triebwelle wieder in Verbindung.

Ein sehr wesentlicher Theil der Maschine bedarf noch einer näheren Beschreibung. Es ist nämlich gezeigt, daß nach jedem Hiebe die Feile vermittelst des Daumenrades s vorgeschoben wird, indem die Daumen desselben den Hebel r niederdrücken und dadurch eine Drehung des Sperrrades zu Wege bringen. Von der Stärke dieser Drehung hängt also die Weite ab, um welche die Feile vorgeschoben wird, also auch die Entfernung der einzelnen Hiebe von einander. Es muß mithin dem Arbeiter oder Aufseher ein Mittel dargeboten werden, diese Entfernung je nachdem er feinere oder gröbere Feilen machen will, genau zu reguliren. Auf dem Hebel r ist daher eine Stellschraube angebracht, deren Kopf unter einen Vorsprung des Maschinengerüstes stößt. Nun ist klar, daß, je weiter die Schraube in die Höhe gedreht wird, dem Hebel um so weniger Spielraum zum Aufsteigen freisteht, und daß also auch der Sperrkegel q um so weniger Zähne des Sperrrades überschreiten, mithin auch dieses Rad um so weniger drehen wird.

Für groben Hieb also wird die erwähnte Stellschraube mehr angezogen, um sie zu erniedrigen, für feinen dagegen mehr gelöst.

Digitized by Google

Die Kraft des Hammers, mithin die Tiefe der Hiebe läßt sich, wie schon erwähnt, durch stärkeres oder schwächeres Anspannen der Feder u reguliren. Um ferner auch der Unterlage der Feilen Freiheit zu lassen, die Feile in angemessener Richtung den Hammerschlägen darzubieten, besteht diese aus einem halbkugelförmigen Stück gehärteten Stahls, das in einer entsprechenden Höhlung des Gerüstes liegt, und sich darin frei bewegen kann. Wenn übrigens die Feile an ihrer einen Seite fertig ist und umgekehrt wird, um auch an der anderen Seite gehauen zu werden, so legt der Arbeiter ein dünnes Stück Blei unter. Damit ferner die Feile, die nur mit ihrer Angel fest eingespannt ist, eine ganz gerade Führung erhalte, befinden sich zu beiden Seiten zwei Backen 16, 17, deren Entfernung von einander je nach der Breite der Feile durch Stellschrauben bestimmt werden kann. Um endlich die Feile fest auf die Unterlage zu drücken, ist die Klammer zum Einspannen der Feile drehbar und mit einem horizontalen Hebel 19 in Verbindung, an welchem ein Gewicht hängt.

Der Meißel ist in dem Hammer mit Klammern und Schrauben befestigt, kann aber je nach Erforderniß unter einem größeren oder spitzeren Winkel eingespannt werden. Bei ganz feinen Feilen geschieht das Vorschieben nicht mittelst einer gezahnten Stange und eines Triebes, durch welche ein hoher Grad von Genauigkeit nicht zu erreichen ist, sondern mittelst einer Schraube.

Das Härten der Feilen ist die letzte, zugleich aber auch eine der wichtigsten Operationen; denn, mag nun auch der Stahl von der ausgezeichnetsten Güte, mag auch noch so viel Sorgfalt auf das Schmieden und Hauen verwandt sein, so kann die Feile nicht anders als mangelhaft ausfallen, wenn in dem Härten etwas versehen wird.

Drei Punkte kommen beim Härten vorzüglich in Betracht: 1. die Oberfläche der Feile mit einem zweckmäßigen Ueberzuge zu versehen, um sie vor der Oxydation beim Glühen zu schützen, wodurch nicht nur die Schärfe der Zähne leiden, sondern wodurch die ganze Oberfläche der Feile und namentlich der Zähne, so rauh werden würde, daß sie beim Gebrauch zu sehr dem Zusetzen unterworfen wäre. 2. Die Feile an allen Punkten ganz gleichmäßig zu dem angemessenen Grade von Glühhitze zu bringen, und zum Ablöschen ein gehörig frisches und kaltes Wasser anzuwenden; 3. endlich, dieses Ablöschen dergestalt zu bewerkstelligen, daß die Feilen sich nicht werfen, was bei langen und dünnen Feilen eine sehr schwierige Aufgabe ist.

Das Erste wird im Allgemeinen dadurch bezweckt, daß man die Feile mit einer Masse bestreicht, die in der Hitze eine Verkohlung und theilweise Schmelzung erleidet und dadurch einen firnißartigen Ueberzug bildet, welcher nicht nur mechanisch die Luft abhält, sondern auch durch seinen Kohlengehalt den etwa dennoch eindringenden Sauerstoff verzehrt und unschädlich macht.

Früher überstrich man die Feilen mit Bierhefe und bestreuete sie dann mit zerstoßenem Kochsalz; trocknete sie dann, und brachte sie nun in das Feuer, um sie zu härten, worauf man sie mit Kokespulver abbürstete. Die Feilen erhielten dadurch eine so reine metallische Oberfläche, als wenn sie gar nicht im Feuer gewesen wären. In neuerer Zeit hat man hiebei insofern eine Verbesserung angebracht, als man jetzt bedeutend an Salz spart; denn der Verbrauch an Salz war früher so bedeutend, daß er nicht unerhebliche Kosten verursachte. Bei dem neuen Verfahren kommt man mit dem vierten Theil an Kochsalz aus. Das Salz wird nämlich in Wasser fast bis zur Sättigung desselben gelöst, wobei etwa 3 Pfund Salz auf 10 Pfund Wasser kommen, und in diese Lösung entweder Bierhefe, oder irgend eine wohlfeile Mehlsorte, z. B. Bohnenmehl, eingerührt, bis das Ganze etwa die Konsistenz von dickem Rahm erhält. In diesen Brei taucht man die Feilen nur einmal ein, und bringt sie dann unmittelbar in das Feuer. Das Mehl verkohlt sich hiebei und bildet mit dem einge-

Digitized by Google

trockneten Salz eine hinlänglich feste und dichte Kruste. Bei dem alten Verfahren fiel das nur oberflächlich aufgestreuete Salz beim Einbringen in das Feuer größtentheils von der Feile ab, ohne irgend zur Wirkung zu kommen.

Man hat die Vermuthung aufgestellt, daß die Kohle des Ueberzuges zur Vermehrung der Härte des Stahles beitrage, indem sie, wie beim sogenannten Einsetzen oberflächlich in ihn eindringe, und einen vermehrten Kohlegehalt bedinge. Dieß ist jedoch wenig wahrscheinlich, indem Mehl und Hefe selbst bei ordentlichem Einsetzen sehr geringe Wirkung machen, anderntheils aber die zum Härten nöthige Glühhitze zu gering und zu kurz anhaltend ist, als daß der Stahl Gelegenheit finden könnte, Kohle aufzunehmen.

Einige Feilenhauer bedienen sich zwar der Lederkohle statt des Mehles, von welcher sich allerdings schon eher einige Wirkung erwarten ließe, sie wird aber gewöhnlich in so gröblich pulverisirtem Zustande angewandt, daß ihr Nutzen sicherlich auch nur in der Einbildung besteht. Daß sich übrigens vermittelst ordentlichen Einsetzens selbst aus weichem Eisen eine ziemlich brauchbare Feile würde herstellen lassen, ist keinem Zweifel unterworfen.

Es handelt sich nun darum, die Feile völlig gleichmäßig bis zu dem erforderlichen Grade von Glühhitze zu bringen. Hiezu dient meistentheils ein gewöhnliches Schmiedefeuer. Der Arbeiter hält die Feile bei der Angel mit einer Zange, und schiebt sie so in das Feuer (am besten ein Kokesfeuer) ein, daß alle Punkte gleiche Hitze erhalten, wobei es allerdings nöthig ist, die Feile mitunter aus dem Feuer zu ziehen, um zu sehen, ob etwa einige Stellen heißer sind, als andere. Alles hängt hiebei von der Uebung und Geschicklichkeit des Arbeiters ab. Wenn sie ihrer ganzen Länge nach sich in gleichmäßiger Kirschrothglühhitze befindet, so ist sie zum Ablöschen bereit. Je länger die Feile, um so schwieriger ist natürlich die Aufgabe, sie überall auf eine gleiche Temperatur zu bringen, daher man denn in neuerer Zeit angefangen hat, bei großen, langen Feilen eine Art Ofen zu benutzen, der aus feuerfesten Steinen erbauet wird, und einen länglich viereckigen Heerd bildet, in welchem ein langes schmales Feuer unterhalten wird. Er ist nur an der einen schmalen Seite offen, von welcher sowohl die Kokes eingetragen, als auch die Feilen eingesteckt werden. In einiger Entfernung über dem Feuer liegen zwei Querstangen, auf welchen man stets einige Feilen vorläufig anwärmt. Ein solcher Ofen gewährt bei großen Feilen nicht nur bedeutende Ersparung an Brennstoff, sondern auch den Vortheil einer sehr gleichmäßigen Hitze.

Hat nun der Stahl den, erfahrungsmäßig zweckmäßigsten Grad von Glühhitze erlangt, so wird er schnell in kaltem Wasser abgelöscht. Alle Feilen, mit Ausnahme der halbrunden, werden vertikal, die Spitze zu unterst, bis an die Angel, die man gewöhnlich ungehärtet läßt, eingetaucht. Halbrunde dagegen werden zwar auch vertikal gehalten, aber während dem Eintauchen ein wenig nach der Seite der Konverität hin fortbewegt. Ohne diesen Handgriff krümmen sie sich rücklings.

Einige Fabrikanten setzen dem Härtewasser gewisse Substanzen zu, um eine kräftigere Härtung zu erzielen. Dahin gehört Schwefelsäure, deren Anwendung besonders zum Härten der Sägefeilen lange als ein großes Geheimniß bewahrt wurde. Alle dergleichen Mittel scheinen jedoch vor reinem, möglichst kaltem Brunnenwasser nichts voraus zu haben.

Sind die Feilen fertig gehärtet, so bürstet man sie mit Wasser und Kokespulver ab, wodurch ihre Oberfläche völlig gereinigt wird, und wäscht sie dann noch zu wiederholten Malen in reinem Wasser, um auch die letzten Spuren Salz fortzuschaffen, die den Stahl bald zum Rosten disponiren würden. Endlich werden sie auf einer heißen Platte schnell getrocknet, vorher auch wohl, um jede Spur von Rost zu vermeiden, in Kalkwasser getaucht und zuletzt mit Baumöl und ein wenig Terpentinöl geölt.

Digitized by Google

Feldspath. (Felspar.) Ein sehr häufig vorkommender, so namentlich den Hauptgemengtheil des Granites bildender Mineralkörper. Er ist nicht selten krystallisirt, bildet dann meistens rechtwinklig oder geschoben vierseitige Prismen, und besitzt einen zweifachen, sehr ausgezeichneten Blätterdurchgang.

Der Glanz ist etwas perlmutterartig schillernd, die Härte der des gewöhnlichen Glases ziemlich gleich, die Farbe eigentlich weiß, gewöhnlicher aber fleischroth oder grau; das spezifische Gewicht = 2,39 bis 2,58. Vor dem Löthrohr läßt er sich an feinen Spitzen zum Schmelzen bringen, gibt beim Erhitzen in der Glasröhre kein Wasser, und wird von Säuren wenig oder gar nicht affizirt. Er besteht nach einer Analyse von Rose aus 66,75 Kieselerde, 17,5 Thonerde, 12 Kali, 1,25 Kalk und 0,75 Eisenoxyd. Durch Verwitterung, die freilich äußerst langsam vorschreitet, verwandelt er sich in Porzellanerde (Kaolin). Seine Hauptanwendung ist in der Porzellanfabrikation, wo er in fein gemahlenem und geschlämmtem Zustande dem Kaolin zugesetzt wird, um durch seine Schmelzbarkeit die dem Porzellan eigenthümliche Durchscheinbarkeit hervorzubringen. Im Chinesischen heißt er Petuntse. Er geht auch dort in die Zusammensetzung des berühmten chinesischen Porzellans ein. Statt des reinen Feldspathes wird zu manchen Zwecken feldspathreicher Granit genommen.—

Fette. (Fats, Graisses.) Finden sich in sehr vielen Geweben des thierischen Körpers abgelagert, besonders in dem Zellgewebe unter der Haut, um die Nieren, in den Falten des Netzes, an der unteren Seite des Herzens, in dem Gekröse und auf der Oberfläche der Därme, in dem Gewebe zwischen den Faserbündeln der Muskeln u. s. w.

Die Fette zeigen je nach den Thieren sehr verschiedene Konsistenz, Farbe und Geruch; so z. B. ist das Fett der Cetaceen im Allgemeinen flüssig; bei den fleischfressenden Vierfüßern weich und von ranzigem Geruch, fest und fast geruchlos bei den Wiederkäuern, bei jungen gut genährten Thieren in der Regel sehr weiß und in Menge vorhanden; sparsamer und mehr gelblich bei alten. Selbst bei einem und demselben Thiere ist das Fett von verschiedenen Organen gewöhnlich von etwas verschiedener Beschaffenheit; so ist das Fett unter der Haut und in der Umgebung der Nieren härter, als das zwischen den beweglichen Därmen liegende. Man rechnet durchschnittlich, daß bei einem gesunden, mäßig gut genährten Thiere das Fett etwa den zwanzigsten Theil seines Gewichtes beträgt. In dem Zustande, in welchem es der Schlachter unmittelbar gewinnt, ist es keineswegs rein, sondern in feinen häutigen Zellen eingeschlossen, mit Blut, Adern, und lymphatischen Gefäßen durchmengt. Um es hievon zu trennen, sucht man sie erst so viel wie möglich mechanisch abzusondern, worauf das Fett gehackt, mit heißem Wasser, oder auch allein für sich geschmolzen und durch ein Sieb gelassen wird. Alle membranösen Theile bleiben dabei zurück, und wenn das Ausschmelzen mit Sorgfalt verrichtet wird, kann man das Fett auf diesem einfachen Wege schon sehr rein erhalten. Um jedoch das Talgschmelzen im Großen sicherer und leichter zu bewerkstelligen, sind vielfache Mittel empfohlen worden; unter denen stark verdünnte Schwefelsäure eines der besseren zu sein scheint. Man bereitet zu dem Ende eine Mischung von Wasser und 2 Prozent konzentrirter Schwefelsäure, bringt den zerkleinerten rohen Talg damit in einen Kessel und schmilzt bei gelinder Siedhitze aus. Man schöpft den Talg von der wässrigen Flüssigkeit ab, und kocht ihn nochmals mit reinem Wasser aus, um die Schwefelsäure völlig zu beseitigen. Nach Lefebure soll sich schon durch einige Tage lang fortgesetzte kalte Mazeration des zerhackten Talges mit verdünnter Schwefelsäure das Zellgewebe größtentheils auflösen, so daß nach Verlauf dieser Zeit der Talg mit der größten Leichtigkeit sich ausschmelzen läßt. Bei Anwendung von Schwefelsäure ist die Ausbeute an Talg größer, als ohne dieselbe, denn versucht man, mit Wasser ohne Schwefelsäure auszuschmelzen, so bleibt in den rückständigen Grieben eine nicht unbedeutende Menge von Talg zurück.

Digitized by Google

Größer wird die Ausbeute, wenn man, wie dies auch gewöhnlich geschieht, den rohen Talg ohne Zusatz von Wasser ausbrüht, wobei die Häute gänzlich austrocknen, sich auf ein sehr geringes Volumen zusammenziehn, und sich in diesem getrockneten Zustande sehr gut auspressen lassen. Bei diesem Verfahren aber steigt die Hitze leicht bis zu einer bedeutenden Höhe, die Grieben brennen leicht an und ertheilen dem Talg einen widerlichen Geruch und eine bräunliche Farbe. Das Ausschmelzen mit Wasser ist daher vorzuziehen, und da Lichtgießereien sehr gewöhnlich mit einer Seifensiederei verbunden sind, so ist der in den Grieben zurückbleibende Talg durch Auskochen derselben mit Lauge, in welcher sich die Häute fast vollständig auflosen, bis auf die letzten Spuren zu Gute zu machen. Aus diesem Grunde gewährt das Ausschmelzen mit Schwefelsäure nur in solchen Fällen wesentlichen Vortheil, wo keine Gelegenheit ist, die erhaltenen Grieben auf Seife zu benutzen.

Nach Ures Beobachtungen sollen Oele und andere Fette durch Chlor und Chlorkalk nicht nur nicht verbessert, sondern vielmehr verschlechtert werden. Appert führt an, daß Talg mit hochgespanntem Wasserdampf von 120 bis 130° C behandelt, hart und klingend, dabei sehr weiß wird, und ein vorzüglich schones Licht gibt.

Watt erhielt im Jahre 1836 ein Patent auf ein neues Verfahren, den Talg zu reinigen, das sich nach einer mündlichen Mittheilung des Patentträgers gegen den Dr. Ure vollkommen bestätigen soll. Er wendet verdünnte Schwefelsäure an, der er ein wenig Salpetersäure und eine sehr geringe Menge doppeltchromsaures Kali, um eine Oxydation zu bewirken, nebst etwas Kleesäure zusetzt. Diese Ingredienzien werden in einem Dampfbottich mit dem Talg gemengt, und nun Dampf hinzugeleitet. Ist der Talg größtentheils geschmolzen, so nimmt er auf jede 1000 Pfund Talg ½ Pfund starke Salpetersäure mit 1 Quart Wasser gemischt, wozu er noch 4 Loth Alkohol, Aether oder Terpentinöl gibt. Dieses Gemisch schüttet er in den Kessel und läßt noch eine halbe Stunde kochen. Endlich wird das Fett mit reinem Wasser gewaschen. Es ist aber in der That schwer, zu glauben, daß eine solche Zusammensetzung, deren Ingredienzien noch dazu in so geringer Menge, wie 4 Loth auf 1000 Pfund angewandt werden, einen bemerklichen Einfluß auf die Beschaffenheit des Produktes haben konne.

Von Anderen wieder ist thierische Kohle vorgeschlagen, besonders um ranziges Fett zu verbessern. Man soll zuerst das geschmolzene Fett mit der Kohle behandeln, es dann davon abfiltriren und nun mit einer Lösung von Kupfervitriol und Kochsalz kochen, wodurch die riechenden eiweißstoffartigen organischen Materien gefällt werden sollen. Selbst Kalkmilch ist empfohlen, die aber bestimmt nur von Nachtheil sein kann.

Davidson behandelt den Wallfischthran mit einer gerbstoffhaltigen Infusion, um so die Gallerte und den Eiweißstoff in Gestalt größerer Flocken abzuscheiden, demnächst mit Wasser und Chlorkalk, um den Geruch zu zerstören, und endlich mit verdünnter Schwefelsäure, um den Kalk als Gyps niederzuschlagen. Diese Reinigungsmethode soll bei Wallfischthran sehr wirksam sein.

Nach den mikroskopischen Untersuchungen von Braconnot und Raspail bestehen die thierischen Fette in ihrem natürlichen Zustande aus kleinen einzelnen harten Körnchen, von nierenformiger, zum Theil auch polyedrischer Gestalt, die durch höchst zarte Membranen zusammengehalten werden. Wenn man das rohe Fett mit Vorsicht, so daß die Fettkörnchen nicht zerquetscht werden, zerreißt, mit kaltem Wasser zerrührt, und auf ein feines Sieb bringt, so läuft das Wasser milchig durch und setzt in der Ruhe die Fettpartikeln ganz so wie Stärke bei der Stärkebereitung ab, nur mit dem Unterschiede, daß die Fettkornchen ihrer Leichtigkeit wegen auf dem Wasser schwimmen. Diese Kornchen sollen aus einer festen äußeren Hülle von Stearin bestehen, und im Innern flüssiges Olein enthalten, das beim Zerdrücken der Korner zum Vorschein kommt.

Digitized by Google

Form und Größe der Körnchen sind bei verschiedenen Thieren verschieden. Beim Kalb, Ochsen und Schaf sind sie polyedrisch und von $^1/_{1000}$ bis $^1/_{50}$ Zoll Durchmesser; die des Schweines sind niereuförmig und schwanken zwischen $^1/_{100}$ und $^1/_{10}$ Zoll; die des Menschen sind polyedrisch, von $^1/_{600}$ bis $^1/_{10}$ Zoll; die der Insekten rund und von etwa $^1/_{500}$ Zoll Durchmesser.

Alle Fette schmelzen bei Temperaturen unter dem Siedpunkt des Wassers; an der Luft erhitzt stoßen sie zuerst weiße stechende Dämpfe aus, färben sich erst braun, dann schwarz und gerathen endlich in Brand, wobei sie mit einer helleuchtenden, wenig rußenden Flamme brennen. Bei der trockenen Destillation geben sie ein flüssiges Oel, das jedoch in seiner Zusammensetzung und seinen Eigenschaften von denen des Fettes abweicht, ferner beide Arten von Kohlenwasserstoffgas, und lassen eine sehr geringe Menge Kohle zurück. Längere Zeit an der Luft aufbewahrt, werden sie ranzig, wobei sich dieselben Fettsäuren bilden, die auch bei der Verseifung entstehn.

Die Fette können nicht als einfache chemische Verbindungen angesehen werden, sondern bestehen aus drei verschiedenen Fettarten, dem Stearin, Margarin und Olein, nebst einer geringen Menge einer färbenden und einer riechenden Materie. In einigen sind von Chevreul noch eigenthümliche fettige Substanzen nachgewiesen, so in dem Hammeltalg das Hircin, in dem Thran von Delphinus globiceps und Phocaena das Phocenin, und in der Butter das Butyrin.

Wenn man die Fette in der Kälte zwischen Löschpapier stark und anhaltend auspreßt, so bleiben Stearin und Margarin, mit ein wenig Olein zurück. Durch fernere Behandlung dieses Rückstandes mit kaltem Terpenthinöl wird das Margarin nebst dem noch vorhandenen Olein aufgelöst, während das Stearin ungelöst zurückbleibt.

Hammel- und Rindstalg. Sind im frischen Zustande geschmack- und fast geruchlos, dabei von ziemlich fester Konsistenz, in kaltem Alkohol so gut wie unauflöslich. Je nach dem Alter, dem Gesundheitszustande und anderen Nebenumständen kommen allerdings Unterschiede vor. Hammeltalg ist härter und weißer wie die meisten übrigen Talgarten. Das spezifische Gewicht von gewöhnlichem Lichtertalg, der meistens aus Rindstalg und Hammeltalg zusammengesetzt wird, ist nach Ure = 0,936; der Schmelzpunkt liegt zwischen 37 und 40° C. Das quantitative Verhältniß zwischen den festen und flüssigen Theilen ist zwar variabel, aber stets sind die ersteren bei den in Rede stehenden Talgarten in überwiegender Menge vorhanden.

Hammeltalg löst sich in 44 Theilen kochenden Alkohols von 0,82 sp. Gew., Ochsentalg in 40 Theilen.

Schweineschmalz ist bedeutend weicher wie die vorhergehenden, schmilzt bei 27°, und hat ein spez. Gew. = 0,938. Es enthält in 100 Theilen 62 Olein gegen 38 Stearin.

Gänseschmalz ist noch etwas weicher, und enthält 68 Olein auf 32 Stearin.

Butter zeigt in Konsistenz, Farbe und Geschmack bedeutende Unterschiede, je nach der Jahrszeit und der Nahrung der Kühe.

Sommerbutter hält 60 Olein auf 40 Stearin, Winterbutter dagegen 35 Olein auf 65 Stearin; die erstere ist schön gelb, die letztere fast weiß. Das in ihr enthaltene Butyrin oxydirt sich leicht an der Luft, geht dabei in Buttersäure über, welche den widrigen Geruch der ranzigen Butter verursacht.

Von dem im Jahre 1837 in England importirten Talg blieben, nach Abzug des wieder exportirten Quantums, 1,294,009 Centner für den inländischen Konsum.

M. s. noch die Artikel: Margarin, Stearin, Olein, Seife.

Fettwachs. (Adipocire). — Fourcroy untersuchte im Jahre 1786 ein Stück einer Menschenleber, das zehn Jahre lang an der Luft gehangen

Digitized by Google

hatte, und entdeckte darin eine eigenthümliche fettige Substanz, der er den Namen Adipocire (von adeps und cire) gab. Als in demselben Jahre der Kirchhof des Innocents in Paris behufs der Verlegung aufgeräumt, und die Leichen nach einem andern Kirchhof außerhalb der Stadt transportirt wurden, machte Fourcroy die Bemerkung, daß ein Theil der Leichen eine ganz ähnliche Veränderung erlitten hatte, wie jene Leber. Ganz alte Leichen fanden sich bis auf die Knochen völlig zerstört. Unter den später verscharrten Leichen waren viele, zumal die einzeln begrabenen, ganz eingetrocknet, und in einem mumienartigen Zustande. Am interessantesten aber war die Veränderung der in den Gemeingrüften begrabenen Leichen. In diesen Gruben, die dreißig Fuß Tiefe, zwanzig Fuß Länge und Breite hatten, wurden die Leichen der Armen zwar in Särgen, aber diese unmittelbar neben einander begraben, so daß allemal 1000 bis 1500 Leichen in eine Grube kamen. Eine solche Grube war gewöhnlich in drei Jahren gefüllt, worauf dann eine neue angelegt wurde. Als eine dieser Gruben, die vor 15 Jahren zugemacht war, geöffnet wurde, zeigten sich die weichen Theile der Körper, in eine graue, zerreibliche, weichem Käse ähnliche Masse umgewandelt, die sich zwischen den Fingern erweichte und einen widrigen Geruch ausstieß. Während bei einigen dieser Leichen sich zwischen jener Fettmasse noch deutliche Ueberreste der Muskeln erkennen ließen, war bei anderen davon keine Spur mehr zu bemerken, so daß diese, mit Ausnahme der Knochen, freilich unter bedeutender Verminderung des Volumens, ganz in dieses Leichenfett übergegangen waren.

Die Konsistenz des Leichenfettes war je nach dem Alter der Leichen verschieden, so daß solche, die nur 5 Jahre im Grabe gelegen hatten, ein weicheres, sehr wasserhaltiges, ältere dagegen von 30 bis 40 Jahren ein mehr trockenes sprödes Fett zeigten. An einigen Stellen, wo nämlich durch Trockenheit der umgebenden Erdschichten eine vollständigere Austrocknung eingetreten war, besaß das Leichenfett das halbdurchsichtige Ansehen von Wachs.

Die chemische Analyse ergab, daß dieses Leichenfett Ammoniak in nicht unbedeutender Menge enthält, mithin als eine Ammoniakseife anzusehen ist, die ohne Zweifel durch Einwirkung des bei der Fäulniß entstehenden Stickstoffes auf das in den Leichen enthaltene Fett entsteht. Eine der Hauptfragen hinsichtlich dieses Gegenstandes, die nämlich, ob nur das in den Leichen enthaltene Fett, oder aber, ob auch andere Theile, so namentlich das Muskelfleisch zur Bildung des Leichenfettes beitragen, scheint noch nicht mit Bestimmtheit entschieden zu sein. Dieses letztere wurde von älteren Chemikern angenommen, während die meisten neueren Schriftsteller sich der ersteren Ansicht hinneigen.

Gay Lussac und Chevreul ziehen aus ihren Untersuchungen den Schluß, daß nur das wirklich vorhandene Fett sich in Leichenfett umwandle, während nach den Beobachtungen von Hartkohl auch das Muskelfleisch zur Bildung desselben beiträgt, und es ist in der That schwer denkbar, daß die geringe Menge von Fett, die sich in den Leichen kranker dürftiger Personen vorfinden mochte, eine so beträchtliche Menge von Leichenfett hinterlassen konnte, wie sie an den Leichen der Gemeingrüfte in Paris gefunden wurde.

Die ausführlichste Analyse des Leichenfettes ist von Chevreul, wonach es bei der Behandlung mit Alkohol 9,7 Prozent Rückstand (bestehend aus milchsaurem Kalk, wenig milchsaurem Kali, phosphorsaurem Kalk, phosphorsaurem Eisenoxyd und Bittererde, einer nicht genau bestimmten stickstoffhaltigen Materie und gelbem Farbstoff) hinterließ, während die aufgelösten 91,3 Prozent aus margarinsaurem und wenig ölsaurem Ammoniak, nebst etwas Farbstoff und riechender Substanz bestanden.

Die in dem Leichenfett der Menschen enthaltene Fettmasse, die den Namen Fettwachs (adipocire) erhalten hat, ist demnach nichts weiter als eine Mischung von Margarin- und wenig Oelsäure. In dem Fettwachs

Digitized by Google

von dem Kadaver eines Ochsen und eines Hammels führt Chevreul als Bestandtheil auch Stearinsäure auf.

Nach den eben erwähnten Versuchen von Hartkohl entsteht das Leichenfett in größter Reinheit, wenn man Kadaver von Säugethieren 3 Jahre lang in fließendes Wasser einlegt; in stehendem Wasser soll sich zwar mehr, aber weit unreineres, stinkendes Fett bilden.

Es ist zwar mehrfach in Vorschlag gebracht, das reine Fettwachs aus dem Leichenfett zum Behuf der Anfertigung von Lichtern zu benutzen, weil es, gehörig gereinigt, ein fast wachsartiges Ansehen hat, und sehr gut brennt; bedenkt man aber die enorme Masse von Kadavern, die eine irgend bedeutende Lichterfabrik unter Wasser aufbewahren müßte, um nach drei Jahren das wenige Fett daraus zu gewinnen, welches nun noch durch Behandlung mit Schwefelsäure von dem Ammoniak befreiet, und auch anderweitig gereinigt werden muß; bedenkt man ferner, daß hiebei die übrigen Theile der Kadaver, die sonst zu anderen Zwecken, z. B. zur Fabrikation von Salmiak, Blutlaugensalz und Berlinerblau nützlich verwandt werden könnten, gänzlich verloren gehen, so wird man leicht zu der Ueberzeugung gelangen, daß eine solche Fabrikation von Lichtern aus eigens zu dem Ende erzeugtem Leichenfett bestimmt nicht mit ökonomischem Vortheil betrieben werden kann, zumal da die Verseifung von Talg mittelst Kalk und die Zersetzung der so gewonnenen Kalkseife durch Schwefelsäure leicht und schnell ausführbar und mit sehr geringen Kosten verbunden ist, daher auch in den Stearin- (rectius Stearinsäure-) Lichterfabriken allgemeine Anwendung findet.

Feuergewehre. (fire arms, armes à feu.) Die Gewehrfabrikation zerfällt in zwei wesentlich getrennte Theile: in die der Eisen- und der Holzarbeit. Die erste begreift den Lauf, das Schloß und die Garnitur, so wie bei Militärgewehren das Bajonett und den Ladestock; die letztere den Schaft, und bei Jagdflinten auch den Ladestock.

1. Der Lauf ist ein im Inneren gewöhnlich genau zylindrisches, mitunter auch wohl nach dem vorderen Ende zu sehr wenig konisch sich verengendes Rohr, dessen Metallstärke vom hintern Ende, wo sie am größten ist, gegen die Mündung mehr oder weniger abnimmt. Nur bei Büchsen ist der Unterschied in der Metallstärke am vorderen und hinteren Ende nicht bedeutend. Der Lauf ist am hinteren Ende durch die Schwanzschraube geschlossen, und in der Nähe derselben mit dem Zündloch versehen. Die innere Höhlung des Laufes wird die Seele genannt; der Durchmesser derselben das Kaliber. Der hintere, zur Aufnahme der Ladung bestimmte Theil der Bohrung heißt der Pulversack.

Die Verfertigung der Läufe, zu denen ein möglichst gutes, sehr weiches Eisen ausgewählt werden muß, geschieht auf zweierlei Art. Die allergewöhnlichste besteht darin, eine Schiene von der Länge des Laufes und der Breite des Umfanges, die Platine, röhrenförmig zusammen zu schweißen; die zweite, die nur bei feinen Luxusgewehren Anwendung findet, darin, einen oder mehrere bandförmige Streifen oder selbst Eisendraht spiralförmig auf einen Dorn zu winden und durch Schweißung in ein zusammenhängendes Rohr zu vereinigen.

Das Schweißen muß mit größter Sorgfalt verrichtet werden, so zwar, daß zur Zeit nur ein kurzes, etwa 2 Zoll langes Stück, und selbst dieses dreimal, geschweißt wird. Da bei diesem so häufigen Heißen das Eisen leicht verbrennen würde, so ist es nöthig, es so viel wie möglich mit Schlacke zu bedecken und es nicht unmittelbar der Gebläseluft auszusetzen. Das Schweißen geschieht auf einem Dorn, der während des Warmmachens aus dem Rohr gezogen, und beim Schweißen eingesteckt wird. Zwei Arbeiter sind gewöhnlich beim Schweißen beschäftigt, die, so wie der schweißwarme Lauf auf den Ambos kommt, die zu schweißende Stelle mit nicht eben starken, aber mit größter Geschwindigkeit geführten Hammerschlägen bearbeiten. Man fängt in der Mitte des Laufes an, und rückt so allmählig erst nach dem einen, dann nach dem anderen Ende

Digitized by Google

fort. Nach dem Schweißen folgt nun noch ein nachträgliches Ueberschmieden, wobei der Lauf wieder stückweise rothglühend gemacht, und in einem Gesenk geschmiedet wird.

Das beste Eisen zu Flintenläufen soll das von alten Hufnägeln sein; wenigstens sollen in England die besten modernsten Läufe zu Luxusgewehren hieraus angefertigt werden. Man schweißt nämlich eine Masse solcher Nägel zusammen und schmiedet diese zu einem bandförmigen Streif von ½ Zoll oder noch geringerer Breite aus, dessen Dicke an dem einen Ende, das den Pulversack bilden soll, bedeutend stärker sein muß, als an dem andern. Dieses Band wird nun in mäßiger Rothglühhitze spiralförmig auf einen Dorn gewunden, so zwar, daß die Kanten nicht an-, sondern übereinander zu liegen kommen, wodurch das nachherige Schweißen sehr erleichtert wird. Ist auf solche Art eine Spirale von gehöriger Länge gebildet, so wird sie der ganzen Länge nach glühend gemacht, der Dorn herausgezogen, und die Spirale mit dem vorderen Ende auf den Ambos einige Male aufgestoßen, damit sich die Windungen fester an einander schieben und schon vorläufig einigen Zusammenhang erhalten. Nunmehr folgt das Schweißen, wobei man dem Laufe ab und an auch horizontale Hammerschläge gibt (jumping), um ein Stauchen und dadurch eine innigere Verbindung der Windungen zu erzielen; endlich wird in dem Gesenke nachgeschmiedet. Zu den allerfeinsten Läufen wird Hufnageleisen zu ganz schmalen, fast drahtförmigen Streifen ausgeschmiedet, die dann auf dieselbe Art geschweißt werden. (Drahtläufe, wire twist.) Auch aus Eisendraht werden Flintenläufe auf die Art gemacht, daß man ein dünnes Rohr dicht damit bewickelt und alsdann schweißt.

Büchsenläufe bekommen im Allgemeinen, besonders aber nach der Mündung hin eine weit größere Dicke als Flintenläufe, und erfordern ebenfalls ein möglichst reines, gleichförmiges Eisen. Militärgewehre (englische) erhalten an der Mündung einen Rand, der beim Gebrauch zur Befestigung des Bajonettes dient.

Die Pariser Büchsenmacher, die in dem Rufe ganz besonderer Kunstfertigkeit stehen, recken das zu den Läufen bestimmte Eisen in kleinen Schmiedefeuern zu Bändern von nur ⅛ Zoll Dicke, 1½ Zoll Breite und 4 Fuß Länge aus. Solcher Bänder werden nun 25 auf einander, und diese zwischen zwei etwas dickere gelegt, und das ganze, etwa 60 Pfund schwere Bündel, aus welchem nur 2 Läufe erfolgen, an zwei Stellen mit Eisendraht zusammengebunden. Die beiden dickeren Deckbänder haben den Zweck, die inneren bei dem Schweißen vor dem Verbrennen zu schützen, indem die vollständige Schweißung des Bündels, so wie das demnächstige Ausrecken zu einer ⅔ Zoll breiten und ¼ Zoll dicken Stange nicht anders als in sehr vielen, oft wiederholten Hitzen ausführbar ist. Besondere Aufmerksamkeit wird bei dem Schweißen und Ausschmieden darauf verwandt, daß die einzelnen Bänder ihre anfängliche parallele Lage beibehalten. Die so erhaltene flache Stange wird nun in der Mitte zusammengebogen, die beiden Hälften flach aufeinander geschweißt und das Ganze zu einer Stange von ½ Zoll Breite und ¼ Zoll Dicke dergestalt ausgeschmiedet, daß die Lage der ursprünglichen Bänder rechtwinklich gegen die des neu erzeugten ist; daß also die Schweißnäthe der Dicke, nicht der Breite nach in dem neu erzeugten Bande fortlaufen, dessen Länge (für 2 Läufe von 28 bis 30 Par. Zoll) 30 bis 32 Fuß beträgt. Diese wird nun halbirt, und jede Hälfte kirschrothglühend, (natürlicher Weise durch successive Hitzen) auf einen etwa ¾ Zoll dicken Dorn in möglichst nahen und festen Windungen umwunden. Der Dorn, der zu dem Ende mit einem starken Kopf versehen sein muß, wird nun herausgezogen, und das Schweißen des Laufes zuerst in der Mitte angefangen, wobei jedesmal der Dorn wieder eingesteckt, und vor dem Einbringen des Laufes in das Feuer herausgezogen werden

Digitized by Google

muß. Daß die Hammerschläge beim Schweißen besonders in solcher Richtung fallen müssen, daß sie die Windungen des Bandes fest an einander treiben, bedarf kaum der Erwähnung.

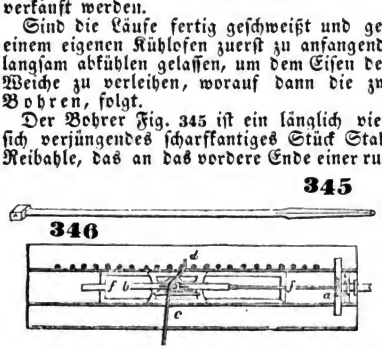
Da nun, wie oben erwähnt, die ursprünglichen Bänder der Breite nach in dem zuletzt ausgeschmiedeten Bande neben einander liegen, so erscheint der fertige Lauf nach dem Beitzen als aus einem dünnen schraubenförmig gewundenen Drahtbündel bestehend. Bei Doppeltflinten wird das Band zu den beiden Läufen in entgegengesetzter Richtung um den Dorn gewunden, so daß der eine Lauf ein rechtes, der andere ein linkes Schraubengewinde darstellt, was zur Schönheit des Ganzen wesentlich beiträgt.

Fünfzehn Pariser Arbeiter, von denen sechs beim Schmieden, zwei beim Bohren, sieben beim Feilen, Drehen und Zurichten der Läufe zu thun haben, bringen wöchentlich nur sechs Doppelläufe zu Stande, die, bis zum Einschaften völlig fertig, das Stück zu 100 bis 300 Franken verkauft werden.

Sind die Läufe fertig geschweißt und geschmiedet, so werden sie in einem eigenen Kühlofen zuerst zu anfangendem Glühen erhitzt und sehr langsam abkühlen gelassen, um dem Eisen den höchstmöglichen Grad von Weiche zu verleihen, worauf dann die zweite Hauptoperation, das Bohren, folgt.

Der Bohrer Fig. 345 ist ein länglich viereckiges, schwach pyramidal sich verjüngendes scharfkantiges Stück Stahl, ungefähr in Form einer Reibahle, das an das vordere Ende einer runden eisernen Stange angeschweißt, und dessen hinteres Ende mit einem viereckigen Ansatz versehen ist, der zur Einspannung des Bohrers dient. Sehr gewöhnlich läßt man nicht alle vier Kanten zugleich zur Wirkung kommen, sondern belegt eine der Seitenflächen mit einem dünnen an der Hinterseite zylindrisch konveren Holze, wodurch dann zwei Kanten des Bohrers außer Berührung mit dem Laufe gesetzt werden, und nur zwei zur Zeit arbeiten. Dieses Verfahren gewährt den Vortheil, daß ein und derselbe Bohrer, successive mit immer dickeren Brettchen belegt, zur allmähligen Erweiterung des Bohrloches dienen kann, während bei Anwendung nackter Bohrer diese Erweiterung nur durch eine Reihenfolge mehrerer, in genauer Abstufung auf einander folgender Bohrer zu erreichen ist. Und da bei dem so oft nöthigen Schleifen die Bohrer jedesmal ein wenig dünner werden, so verlieren sie nach kurzem Gebrauch schon so viel von ihrer Dicke, daß sie als unbrauchbar bei Seite gelegt werden müssen, was beim Belegen mit Holz nicht so bald eintritt.

345



Die Befestigung dieses Holzstückes geschieht übrigens durch Umlegen eines eisernen Ringes. Zum Einspannen des Laufes beim Bohren dient die Bohrbank, Fig. 346, auf welcher der Lauf b horizontal auf einem zwischen zweien Schienen vor- und rückwärts verschiebbaren Schlitten b, nur an einem Punkte in der Mitte seiner Länge befestigt ist.

Während man auf den ersten Blick zu der Vermuthung verleitet werden könnte, daß die Bohrung regelmäßiger und vollkommener ausfallen, und leichter von Statten gehen müsse, wenn sich Lauf und Bohrer in unverrückbar fester Lage befinden, zeigt die Erfahrung genau das Gegentheil. Dem Lauf muß Freiheit gelassen werden, in schlotternder Bewegung dem Eingreifen des Bohrers nöthigenfalls nachzugeben, daher denn auch dieser letztere außer seiner Befestigung an der Triebwelle bei a, durch die er seine Drehung erhält, seiner ganzen Länge nach frei

Digitized by Google

liegt, und nur am vorderen Ende durch den Lauf, in welchem er mit bedeutender Geschwindigkeit (150 bis 180 Umläufe in der Minute) gedrehet wird, die nöthige Führung erlangt.

Lauf und Bohrer befinden sich bei der Arbeit fast unaufhörlich in stark vibrirender Bewegung, wobei der Erstere mittelst einer am vorderen Ende hakenförmig gebogenen Stange, c, deren anderes Ende der Arbeiter mit der linken Hand faßt, auf die höchst einfache Art gegen den Bohrer gedrückt wird, daß jener Haken um einen der Zapfen d, die sich in einer Reihe längs der einen Schiene befinden, und zugleich gegen einen Zapfen auf dem Schlitten gelegt wird, und so als Hebel den beabsichtigten Druck hervorbringt. Ist der Lauf um die Entfernung zweier Zapfen vorgerückt, so wird der nächstfolgende als Stützpunkt benutzt, u. s. f.

Nachdem der Lauf durch dieses Rauh- oder Schwarzbohren bis fast zur kalibermäßigen Weite ausgearbeitet ist, folgt das Weißbohren oder Poliren, welches sich von dem Schwarzbohren nur darin unterscheidet, daß genauere, sehr scharf- und geradkantige, stets an einer, oder selbst an zwei neben einander liegenden Seiten mit Holz belegte Bohrer in Anwendung gebracht werden, die, um eine möglichst glatte Fläche zu erzeugen, zur Zeit nur wenig angreifen dürfen. Bei diesem Weißbohren, vorausgesetzt, daß es mit sehr guten Bohrern und mit Sorgfalt ausgeführt wird, erlangt der Lauf schon eine völlig hinreichende Glätte; beabsichtigt man jedoch die zarten, beim Bohren entstehenden Reifen völlig zu beseitigen, so nimmt man noch eine nachträgliche Bearbeitung mit einem feilenartig gehauenen, an einer Stange befestigten stählernen, oder auch einem bleiernen, mit Oel und Smirgel bestrichenen Kolben vor, der, unter langsamer Drehung des Laufes, darin der ganzen Länge nach hin und hergezogen wird.

Während dem Rauhbohren und dem dabei eintretenden gewaltsamen Vibriren des Laufes kann sich dieser, zumal bei geringer Wandstärke, krümmen. Der Arbeiter muß daher von Zeit zu Zeit den Lauf untersuchen, indem er eine feine Darmsaite hindurchzieht und in einen Bogen einspannt, und, indem er den Lauf gegen das Licht hält, untersucht, ob sich die Saite überall genau an ihn anlegt. Ergeben sich hiebei Biegungen, so wird der Lauf mittelst eines hölzernen Hammers gerichtet.

Es folgt nunmehr die äußere Bearbeitung mittelst des Schleifsteins. Es sind dies sehr große, wohl 8 Fuß im Durchmesser haltende und 1 Fuß dicke Steine, die mit großer Geschwindigkeit (bis zu 2 Drehungen in der Sekunde) umgetrieben, und an deren Peripherie die Läufe horizontal (also der Achse des Steines parallel) angelegt und mit mäßiger Kraft angedrückt werden. Indem nun die Reibung auch den Lauf, wiewohl mit geringer Geschwindigkeit, in Drehung setzt, wird er an allen Seiten gleichmäßig abgeschliffen. In neuerer Zeit hat man mit großem Vortheil angefangen, die Läufe auf einer eignen Drehbank abzudrehen, wobei der Drehstahl durch einen Support geführt wird.

Ist der Lauf so weit fertig, so wird das Muttergewinde für die Schwanzschraube eingeschnitten, das Zündloch gebohrt, oder durchgeschlagen, endlich das Korn und der Schafthalter angelöthet, und dem Lauf durch Abziehen oder longitudinales Bestreichen mit einer Feile die letzte Vollendung ertheilt.

Gezogene Läufe erhalten eine gewisse Anzahl rinnenförmiger, in einer ganz schwach gewundenen Spirale fortlaufender Züge, deren Zweck darin besteht, der Kugel eine drehende Bewegung um ihre eigene Achse zu ertheilen, wodurch eine etwa unrichtige Lage ihres Schwerpunktes ausgeglichen, und das Zusammenfallen der Kugelbahn mit der Achse des Laufes gesichert wird.

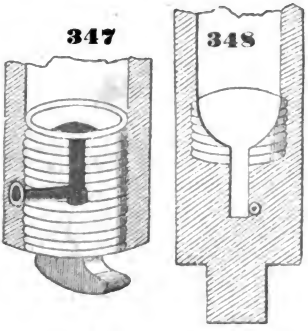
Das Ziehen der Läufe geschieht durch eine ebenso einfache, wie sinnreiche Vorrichtung, die Ziehbank. Auf dieser nämlich wird der Lauf horizontal befestigt, während ein anderer, bereits mit Zügen versehener

Digitized by Google

Lauf in geringer Entfernung von ihm so angebracht ist, daß die Achsen beider Läufe genau zusammen fallen. In dem gezogenen Lauf ist ein genau passender Bleikolben (durch Eingießen von Blei in ihn gebildet) beweglich, durch dessen Mitte eine mit dem Kolben fest verbundene Stange hindurchgeht. Es ist einleuchtend, daß diese Stange beim Vor- und Rückbewegen, durch den auf ihr festsitzenden Kolben, der sich in den spiralförmig gewundenen Zügen des Laufes fortschiebt, eine entsprechende Drehung erfährt. Das vordere Ende der Stange nun ist mit einem hölzernen Kolben versehen, welcher zwei oder drei wenig vorspringende, feilenartig gehauene Schneideisen enthält, und in den zu ziehenden Lauf gebracht wird. Diese Eisen folgen natürlich ganz genau der Bewegung des Bleikolbens, und arbeiten somit genau übereinstimmende Züge in dem Laufe aus. Sind diese bis zu der erforderlichen Tiefe fertig, so wird der Mutterlauf mittelst einer getheilten Scheibe um einen, je nach der Anzahl der Züge zu bestimmenden Winkel gedreht, wieder befestigt, und mit der Arbeit fortgefahren, bis sämmtliche Züge in genau gleichen Abständen von einander vollendet sind. Die Züge müssen vollkommen parallel neben einander fortlaufen, und nicht tiefer sein, als gerade nöthig ist, um der Kugel die bezweckte rotirende Bewegung zu ertheilen.

Die Einrichtung der Schwanzschrauben ist verschieden; man unterscheidet 3 Arten derselben. 1. die gewöhnliche besteht in einer etwa einen Zoll langen Schraube, mit flacher, oder doch nur wenig konkaver Vorderseite, die entweder nicht ganz bis zum Zündloche, oder auch wenig weiter als dasselbe in den Lauf hineinreicht, und in dem letzten Falle an der Seite des Zündloches einen Ausschnitt erhält, der bis zum Zündloch herabreicht. Diese Schwanzschrauben sind nur noch bei Militär- und anderen ordinären Gewehren gebräuchlich.

2. Die Kammerschwanzschraube (Fig. 347) unterscheidet sich von der vorhergehenden nur dadurch, daß ihre Vorderseite zylindrisch oder halbkugelförmig ausgehöhlt ist, so daß ein Theil der Ladung von dieser Kammer aufgenommen wird.



3. Die Patentschwanzschraube (Fig. 348) enthält ebenfalls eine Kammer, diese aber von der Größe, daß die ganze Pulverladung hineingeht, sie bildet also den ganzen Pulversack, und hat mit Ausnahme des Schraubenganges, der in den Lauf eingeschraubt wird, eine Dicke gleich der dieses Letzteren, und erscheint so als eine Fortsetzung des Laufes, in welcher sich auch das Zündloch befindet. —

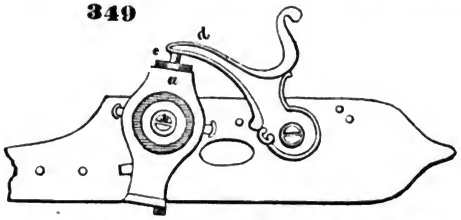
Das Schloß. Da die früher allgemein gebräuchlichen Steinschlösser mehr und mehr den Perkussionsschlössern weichen, und wahrscheinlich über Kurz, selbst bei Militärgewehren, gänzlich abkommen werden, so kann ihre Beschreibung füglich übergangen werden.

Die Perkussionsschlösser waren in ihrer ersten Kindheit ungemein komplizirt, weil man das Zündpulver nicht anders, als in Gestalt eines losen Pulvers oder kleiner Kügelchen oder Pillen anzuwenden verstand, die durch einen besonderen Mechanismus aus einem Magazin vor die Mündung des Zündloches, und hier durch einen Schlag zur Detonation gebracht wurden. Erst von der Erfindung der Zündhütchen datirt sich die allgemeine Verbreitung der Perkussionsschlösser. In geschichtlicher Hinsicht wird es inzwischen nicht unzweckmäßig sein, des von Forsyth erfundenen Schlosses mit Magazin (Fig. 349) kurze Erwäh-

Digitized by Google

nung zu thun. Der Haupttheil desselben ist das Magazin a, welches um einen Zylinder b drehbar ist, in welchem sich die zu einer kleinen Pfanne erweiterte Mündung des Zündloches befindet. Durch den oberen Theil

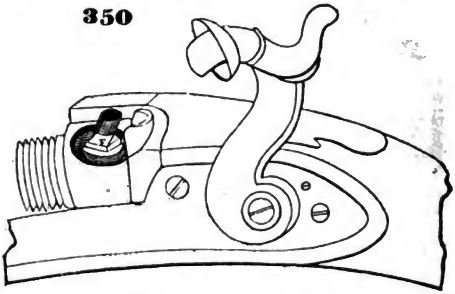
349



des Magazines geht ein zylindrischer Stempel c frei hindurch, der sich bei der, in der Figur dargestellten Lage des Magazines genau über der eben erwähnten Pfanne befindet, und durch eine Spiralfeder aufwärts gedrückt wird. Wenn nun die Pfanne mit Zündpulver gefüllt ist, und der Hahn d den Stempel gewaltsam in die Pfanne hineintreibt, so erfolgt die Explosion. Das Aufschütten des Pulvers auf die Pfanne erfolgt dadurch, daß man das Magazin bis zu einer bestimmten Weite dreht, wo dann eine Oeffnung in demselben mit der Höhlung der Pfanne zusammenfällt, und einer kleinen Portion Pulver gestattet, in die Pfanne herabzugleiten. Wird dann das Magazin in seine anfängliche Lage zurückgebracht, so daß sich der Stempel unter dem Hahne befindet, so sind Pfanne und Magazinöffnung längst außer aller Verbindung, und Entzündungen des Pulvers im Magazine können daher nicht leicht eintreten.

Die Einrichtung der gegenwärtig fast allgemein üblichen Perkussionsschlösser ist in Fig. 350 dargestellt. Das Schloß selbst enthält äußerlich

350



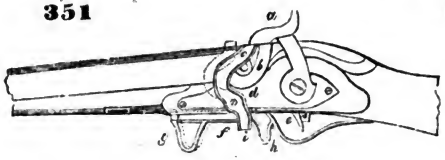
nichts weiter, als den Hahn, dessen vorderes Ende konkav und mit einem vorspringenden Rande versehen ist, um den Schützen vor Beschädigung durch die umherfliegenden Trümmer des zerschmetterten Kupferhütchens sicher zu stellen. Das Zündloch erhält einen schräg aufwärts gekehrten kegelförmigen Ansatz, den Zündkegel (piston), auf welchen ein Zündhütchen F aufgesteckt wird. Man ersieht aus derselben Figur zugleich die Einrichtung der Patentschwanzschrauben, die gerade für Perkussionsschlösser große Bequemlichkeit in der Befestigung des Zündkegels darbieten.

In den letzten Jahren sind mancherlei neue Sicherheits-Einrichtungen erfunden, und theilweise auch patentirt. Dahin gehört die von Charles Random, Baron von Berenger. Fig. 351 stellt das Schloß und die Schwanzschraube eines solchen Gewehres dar, wobei ein sogenannter

Digitized by Google

Protektor angebracht ist. a ist der Hahn, b der Zündkegel, c ein gebogener Hebel, der sich um eine Schraube d in der Schloßplatte dreht. Das obere Ende dieses Hebels befindet sich in natürlicher Lage zum Theil

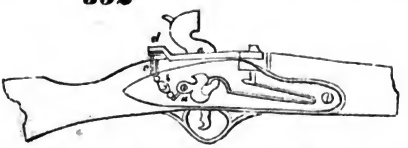
351



unter dem Hammer des Hahnes, und hält diesen in geringer Entfernung von dem Zündkegel und dem darauf steckenden Zündhütchen. In dieser Lage der Theile ist ein Losgehen des Schusses völlig unmöglich. Unter dem Schlosse befindet sich ein mit zwei Bügeln versehener Schieber g, f, h, der bei i mit dem Hebel in Verbindung steht. Der Schütze braucht also, wenn er anlegt, nur einen der Bügel g oder h mit dem Zeigefinger zurückzuziehen, um den Hebel c zu beseitigen, und dem Hammer freien Zutritt zu dem Zündhütchen zu verschaffen. Die Lage der Theile im Momente des Schießens ist in der Figur durch punktirte Linien angedeutet. Eine Feder bei h dient dazu, den Schieber nebst dem Hebel nach Aufhören des Druckes in die erste Lage zurückzubringen.

Eine andere Sicherheitsvorrichtung ist von Redford, Büchsenschäfter in Birmingham, vorgeschlagen, (m. s. Fig. 352), die inzwischen für die meisten

352



Schützen unbequem sein möchte, weil das Abziehen oder Abdrücken nicht wie sonst an dem Drücker unter dem Laufe mittelst des Zeigefingers, sondern durch Drücken mit dem Daumen auf einen Knopf an der Oberseite des Schaftes bewirkt werden muß. Die Einrichtung ist folgende: Statt die Stange a des Schlosses von unten durch den Drücker aufwärts zu drücken, läßt er sie durch den einen Arm eines kleinen zweiarmigen Hebels b in die Höhe ziehen, auf dessen anderen Arm der mit einem Knopf am oberen Ende versehene Stift c drückt. Die eigentliche Sicherheitsvorrichtung besteht in einem Schieber e, dessen Ende bei d den Druckerknopf bedeckt, und ihn vor unzeitigen Berührungen schützt. Durch eine einfache Hebelverbindung kann dieser Schieber durch einen Druck auf den unteren Drücker vorgeschoben werden, wo dann der obere Druckerknopf frei liegt.

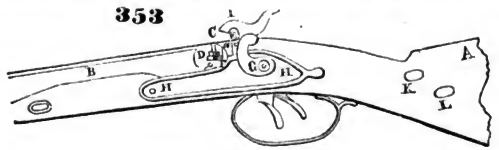
Beim Schießen also legt man den Zeigefinger an den unteren Drücker, drückt diesen zurück, und berührt nun mit dem Daumen den jetzt freiliegenden oberen Druckerknopf. Daß auch hier eine Feder vorhanden ist, um nach dem Abdrücken den Schieber in seine anfängliche Lage zurückzubringen, versteht sich von selbst.

Noch eine andere Sicherungsvorrichtung, die man dem Dr. Sommerville verdankt, und die im April 1835 patentirt worden ist, besteht in Folgendem: Der Hahn wird durch bewegliche Sicherheitsstifte, die aus dem Schloßbleche hervorstehn, gehindert, das Zündhütchen zu berühren; während

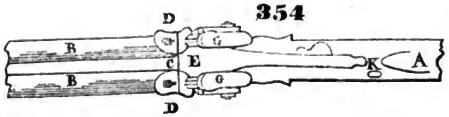
Digitized by Google

des Anlegens und Zielens lassen sich diese Stifte auf eine leichte, bequeme Weise zurückschieben. Fig. 353 und 354 zeigen eine mit dieser Sicherung

353



354



355 a

versehene Doppelflinte. A ist der Schaftkolben, BB die beiden Läufe, C die Schwanzschrauben, DD die Zündkegel, E das Stück, an dessen unterer Seite sich die zum Zurückziehen der Sicherheitsstifte dienenden Hebel befinden. G I die Hähne, H das Schloßblech, sämmtlich von ganz gewöhnlicher Konstruktion. a sind die Sicherheitsstifte, die sich in Bohrungen des Stückes E vor- und zurückschieben lassen, und durch hebelartig wirkende Stangen mit einem wenig vorspringenden großen ovalen Knopfe in Verbindung stehen, der sich an dem Kolben des Gewehres, in der Nähe des Halses befindet. Die Stelle dieses Knopfs K oder L muß genau so abgepaßt sein, daß beim Anlegen unwillkührlich entweder der Ballen des Daumens oder jener des kleinen Fingers der rechten*) Hand darauf liegt, und durch den beim gehörigen Anlegen ohnehin nöthigen Druck die Sicherheitsstifte zurückzieht. Da nun beim gewöhnlichen Tragen und Handhaben einer Flinte die Stelle des Knopfes nicht leicht berührt wird, so bietet diese Vorrichtung eine ausgezeichnete Sicherheit dar, ohne doch irgend eine besondere Manipulation von Seiten des Schützen zu verlangen.

Die Einrichtung der Kupferhütchen, deren gewöhnliche Gestalt einem jedem Schützen zu bekannt ist, als daß sie einer Beschreibung bedürfte, hat neuerdings von Richards, Büchsenschäfter in Birmingham, eine Abänderung erfahren, auf welche ihm im Jahr 1836 ein Patent ertheilt ist. M. s. Fig. 355. Das Kupferhütchen a bb ist größtentheils mit einer harten Metallegirung d gefüllt, auf deren Vorderseite bei c die Zündmasse sich befindet. Die dieser Abänderung zum Grunde liegende Idee besteht darin, das Umherfliegen der Bruchstücke des zerschmetterten Kupferhütchens dadurch zu vermeiden, daß die Zündmasse sich näher an der Mündung desselben befindet, und bei der Explosion nur der vordere Rand des Hütchens zerrissen wird. Aber abgesehen davon, daß diese Hütchen der Metallfüllung wegen kostspieliger sein müssen, als die gewöhnlichen, so werden sie bei ihrer geringen Tiefe und dem Uibergewicht des schweren Kopfes sehr leicht von dem Zündkegel abfallen. Außerdem wird der beabsichtigte Zweck durch die allgemein übliche Vertiefung in der Vorderfläche des Hammers bestimmt viel sicherer, als durch die neue Einrichtung der Zündhütchen erreicht.

Eine auf richtigere Prinzipien sich gründende Verbesserung ist neuerdings von George Lovell, Direktor der königlichen Waffenfabrik in Ensfield, in der Gestalt des Zündkanals angebracht. Dieser Kanal ist gewöhnlich zylindrisch, in Gestalt eines ziemlich engen Loches gebohrt,

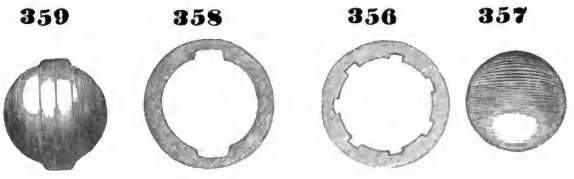
*) Die Knöpfe K. L. in der Figur müssen natürlicher Weise an der rechten Seite des Gewehres gedacht werden, welche in der Figur die hintere ist.

Digitized by Google

wodurch, zumal bei seiner knieförmigen Biegung, die Fortpflanzung des Feuerstrahles bis zum Pulversack erschwert werden muß. Lovell nun gibt diesem Kanale die Gestalt zweier, mit den Spitzen zusammenstoßenden Kegel. Die erweiterte Basis des oberen Kegels erleichtert das Eindringen des Feuerstrahles, während die untere Erweiterung dazu dient, das Schießpulver in einer größeren Fläche der Einwirkung des Feuerstrahles darzubieten, und die Entzündung desselben um so unfehlbarer zu machen.

Wir schließen diesen Artikel mit einigen Bemerkungen über Militärgewehre, bei welchen an möglichster Einfachheit und Solidität, verbunden mit der nöthigen Sicherheit in der Wirkung, so sehr gelegen ist.

Schon lange ist der Wunsch angeregt, auch das Militär mit gezogenen Gewehren zu versehen, weil die Schüsse dadurch weit sicherer ausfallen würden; auch sind schon vielfältig Versuche mit gewöhnlichen Büchsen angestellt, die auf die in Fig. 356 dargestellte gewöhnliche Art gezogen, und aus welchen mit runden Kugeln geschossen wurde. Soll nun aber eine runde Kugel, wie Fig. 357, sich gehörig in die vertieften Züge ein-



drücken, so muß sie den Durchmesser des Laufes um ein geringes übertreffen, und mit Gewalt durch einen Hammer hineingetrieben werden. Dies ist aber der Umständlichkeit und des Zeitverlustes wegen im Felde nicht zulässig, oder doch sehr unbequem.

Auch hierin hat Lovell eine große Verbesserung eingeführt. Er gibt nämlich dem Laufe nur zwei ziemlich breite und tiefe Züge, Fig. 358, und den Kugeln einen vorspringenden Rand Fig. 359, so daß sie ohne erhebliche Kraftanstrengung in den Lauf geladen werden können, und der Windung des Zuges ganz sicher folgen. In dieser Sicherheit übertreffen diese, gleich mit einem Rand gegossenen Kugeln die runden, nur durch Einhämmern sich den Zügen anschließenden Kugeln in solchem Grade, daß, während bei gewöhnlichen gezogenen Läufen die Windung der Züge nur ¼ bis höchstens ¼ Umgang machen darf, wenn anders die Kugel bei der Schnelligkeit ihrer Fortbewegung den Zügen nicht entschlüpfen soll, die Züge der Lovell'schen Gewehre selbst einen ganzen Umgang innerhalb eines 3 Fuß langen Laufes gestatten, wodurch die Schnelligkeit der Rotation verdoppelt, mithin auch die Treffähigkeit der Kugel bedeutend erhöhet wird.

Bei den mit den Lovell'schen Gewehren im Großen angestellten Versuchen, wobei mehrere Kompagnien Militär mit den neuen, andere mit gewöhnlich gezogenen Gewehren schossen, hat sich das wichtige Resultat herausgestellt, daß die ersteren in 900 Fuß Entfernung besser trafen, als die letzteren auf 450 Fuß. Außerdem konnte weit schneller geladen und gefeuert werden. Die Abbildung der Lovell'schen Kugeln (Fig. 359) ist in sofern nicht ganz genau, als der Rand etwas stärker gewölbt hätte gezeichnet werden müssen.

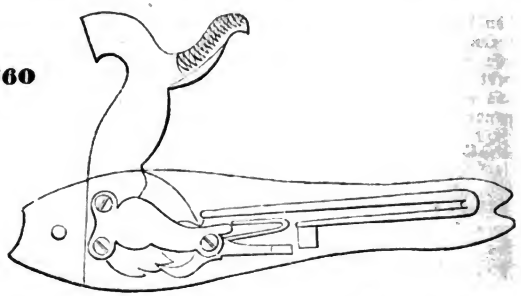
Uebrigens ist diese Art von Zügen und die Anwendung entsprechend gegossener Kugeln nichts weniger als neu; sie scheinen vielmehr die allerältesten gewesen, und nur wegen mangelhafter Ausführung in Mißkredit gefallen zu sein. Erst in der letzteren Zeit wurde die Sache in Braunschweig wieder aufgenommen, und auch in Hannover sind Ver-

Digitized by Google

ſuche mit ähnlichen, jedoch linſenförmigen Kugeln (ohne eigentlichen Rand) angeſtellt, deren Reſultate nicht ſonderlich günſtig ausgefallen ſind, und erſt durch Lovell ſind dieſe Gewehre auf einen Grad von Vollkommenheit gebracht, daß ſie, bei geſchickter Behandlung, die größte Trefffähigkeit mit außerordentlicher Gewalt verbinden, und ſelbſt auf 1000 Schritt noch einigermaßen ſichere Schüſſe zulaſſen.

Auch die Schlöſſer der Militärgewehre ſind von Lovell vereinfacht, und hauptſächlich dahin abgeändert, daß die Schlagfeder nicht vor, ſondern hinter der Nuß liegt, mithin aufwärts wirkt (ſ. Fig. 360). Dieſe,

360



auf den erſten Blick ganz unerheblich ſcheinende Abänderung bietet hinſichtlich der Anordnung des Ganzen, beſonders auch der Verbindung des Schloſſes mit Lauf und Schaft, mehrere Vortheile dar.

Schließlich mag noch erwähnt werden, daß die franzöſiſche Muskete in dem Verhältniß von 44,72 : 42 länger iſt, als die engliſche. Das franzöſiſche Bajonett hat 15, das engliſche 17 Zoll Länge.

Feuerſchwamm. (Zunder, Amadou.) Die allgemein bekannte zartfaſrige Subſtanz, die aus dem Boletus igniarius, einem an alten Eichen-, Eſchen-, Buchen- und anderen Baumſtämmen wachſenden Schwamme bereitet wird. Man ſammelt dieſe Schwämme am beſten im Auguſt und September, zieht zuerſt mit einem Meſſer die äußere ſchwarze Haut ab, und ſucht nun die bräunlichgelbe ſchwammige Maſſe von den unteren harten, holzigen Theilen zu trennen. Dieſe wird getrocknet, und durch anhaltendes Klopfen mit einem Hammer in den weichen lockeren Zuſtand verſetzt, der die erſte Bedingung eines gut zündenden Schwammes ausmacht. Soll der Schwamm als blutſtillendes Mittel angewandt werden, wozu man ihn ſehr häufig braucht, ſo iſt er nach dem Klopfen fertig. Zum Zweck des Feueranmachens dagegen wird er gewöhnlich noch ſalpetriſirt, indem man ihn in einer nicht zu ſchwachen Salpeterlöſung kocht, ihn dann trocknet, und endlich durch Klopfen wieder auflockert. Um ihn beſonders leicht brennbar zu machen, imprägnirt man ihn auch wohl mit Schießpulver, daher die Benennungen ſchwarzer und brauner Feuerſchwamm.

Feuerſtein. (Flint, pierre à fusil.) Ein, im Weſentlichen nur aus Kieſelerde beſtehendes Mineral, von ausgezeichnet muſchligem, oft ſehr flachmuſchligem Bruch und ganz matter, oder doch nur ſehr wenig ſchillernder Bruchfläche. Die äußere Oberfläche freilich iſt häufig durch Abreibung geglättet und dann glänzend. Er bildet beim Zerſchlagen meiſtens ſehr ſcharfkantige Bruchſtücke. Die Härte iſt beträchtlich, und kommt der der übrigen Quarzfoſſilien gleich, daher er denn auch am Stahle Funken gibt, und zwar ſeiner eigenthümlichen Zähigkeit wegen, in Folge deren er nicht leicht beim Anſchlagen des Stahles abſplittert,

Digitized by Google

stärker, als die meisten übrigen Mineralkörper von ganz gleicher Härte. Er ist durchscheinend, nie durchsichtig, und von hell oder dunkelgrauer, oder bräunlicher Farbe. Der schwarze und graue brennt sich im Feuer weiß, und wird dabei undurchsichtig.

Der Feuerstein kommt fast beständig in unregelmäßig knolligen Stücken von sehr verschiedener Größe vor, die in den Kreidefelsen oft in großer Menge eingelagert sind, und so mächtige Lager bilden.

Diese Feuersteinknollen bestehn nicht immer aus einer völlig homogenen Masse, sondern schließen nicht selten Höhlungen oder sonstige Ungleichförmigkeiten ein. So z. B. enthalten sie zuweilen in ihrer Mitte eine Versteinerung, eine Muschelschale oder dgl., um die sich, wie um einen Kern, die Substanz des Feuersteines angesetzt hat. Höhlungen sind oft mit kleinen Quarzkrystallen, zuweilen auch mit Spatheisenstein, Schwefelkies, Chalcedon u. dgl. ausgekleidet, mitunter mit pulverförmiger fast reiner Kieselerde gefüllt; auch will man merkwürdiger Weise schon Schwefel darin gefunden haben.

Feuerstein pflegt im frisch aus der feuchten Erde kommenden Zustande, durch seine ganze Masse hindurch Feuchtigkeit zu enthalten, an der Luft jedoch sehr bald auszutrocknen, wobei er spröder und brüchiger wird, als er im feuchten Zustande war; zuweilen überziehen sich beim Trocknen ältere, schon vorhandene Bruchflächen mit einer weißen undurchsichtigen Haut.

Die Hauptanwendung des Feuersteins, zumal in England, ist die zu allen Sorten feinerer Töpferarbeiten, wozu die Steine gebrannt und fein gemahlen werden.

Eine zweite wichtige Anwendung ist die zu Flintensteinen, die aber freilich seit Einführung der Perkussionsschlösser schon viel von ihrer Ausdehnung verloren hat, und wahrscheinlich mit der Zeit ganz aufhören wird.

Die Flintensteine werden nicht, wie man ihrer zuweilen außerordentlich regelmäßigen Gestalt nach zu glauben in Versuchung kommen könnte, geschliffen, sondern stets gehauen; nur Luxussteine aus Achat, die inzwischen ihrer Brüchigkeit wegen wenig brauchbar sind, werden geschliffen. Der ausgezeichnet flachmuschlige Bruch des Feuersteines gestattet, ihn in jeder beliebigen Richtung fast geradflächig zu zerschlagen, wenn anders die Schläge mit Geschicklichkeit, und mit zweckmäßigen Werkzeugen geführt werden.

Nicht alle Feuersteine aber sind zur Anfertigung guter Flintensteine gleich brauchbar, daher denn eine besondere Auswahl nöthig ist. Die besten Steine sind solche, die eine ziemlich kugelförmige Gestalt besitzen. Unregelmäßig knollige, mit vielfachen Auswüchsen und Vertiefungen versehene Steine haben auch im Innern ein zu unregelmäßiges Gefüge. Gute Feuersteine wiegen selten über 20 Pfund; beträgt ihr Gewicht unter 2 Pfund, so lohnt ihre Verarbeitung nicht die Mühe, weil aus so kleinen Steinen nur wenige Flintensteine erfolgen. Abgeschlagene Proben müssen eine sehr glatte und gleichförmige Bruchfläche zeigen. Die Farbe muß möglichst gleich und der Stein in dem Grade durchscheinend sein, daß ein Splitter von $^1/_4$ Zoll Dicke auf bedrucktes Papier gelegt, das Lesen der Schrift gestattet.

Zum Schlagen der Flintensteine sind vier Werkzeuge erforderlich.

1. Der Bruchhammer, ein Hammer von *weichem Eisen* mit einem viereckigen Kopf von 1 bis 2 Pfund und einem 7 bis 8 Zoll langen Stiel. Ein *stählerner* Hammer würde zu stoßend oder dröhnend wirken, oder, wie es die Arbeiter nennen, einen zu *trockenen* Schlag geben und den Stein in vielfachen Richtungen zerschmettern, während ein eiserner mehr sanft druckweise wirkt, und das getroffene Stück gewissermaßen schiebend von der übrigen Masse trennt.

2. Ein an beiden Seiten in eine Spitze auslaufender Hammer, von gut gehärtetem Stahl und 20 Loth bis 1 Pfund Gewicht, mit einem

Digitized by Google

7 Zoll langen Stiel. Der Schwerpunkt des ganzen Hammers muß von der Hand des Arbeiters weiter entfernt liegen, als die Spitzen.

3. Der Scheibenhammer, eine aus ungehärtetem Stahl bestehende, 2¼ Zoll im Durchmesser haltende Scheibe, die mit einem viereckigen Loch auf einem 6 Zoll langen Stiel befestigt ist.

4. Endlich ein 7 bis 8 Zoll langer und 2 Zoll breiter Meißel von ungehärtetem Stahl, der an beiden Enden eine Schärfe hat, beim Gebrauch aber mit der einen Schärfe in einen Holzblock eingeschlagen wird, der zugleich dem Arbeiter als Sitz dient. Um diesen Meißel von Zeit zu Zeit anzuschärfen, muß noch eine Feile vorhanden sein.

Die Arbeit selbst wird nun folgendermaßen verrichtet:

Die größern Steine werden zuvörderst mittelst des Bruchhammers in kleinere Stücke von etwa 1½ Pfund zerschlagen, indem der Arbeiter sich auf die Erde setzt, den Stein auf dem linken Schenkel hält und mit mäßigen Schlägen so zu zertheilen sucht, daß möglichst gleichförmige und geradflächige Stücke erfolgen.

Die so erhaltenen Anbrüche werden nun mittelst des Spitzhammers in mehr oder weniger lange, verhältnißmäßig schmale und wenige Linien dicke Schiefer zerspalten, deren Querschnitt dem Längenprofil eines doppelten, d. h. mit zwei Schärfen oder Feuerschneiden versehenen Flintensteins entspricht. Um diese Gestalt der Schiefer herauszubringen, nimmt der Arbeiter eine der geraden Bruchflächen des Anbruches in Arbeit, hält den Stein in der Lage, daß diese, ihm zugekehrte Fläche vertikal steht, und führt mit der Spitze des Hammers in der Entfernung von einigen Linien von dem Rande der oberen horizontalen Fläche einen Schlag auf den Stein. Hierdurch wird ein flaches, dachförmiges Stück aus der Vorderseite des Steines herausgehauen, welches eine entsprechende flach rinnenförmige Vertiefung in dem Stein zurück läßt. Parallel dieser ersteren und in angemessener Entfernung werden nun noch mehrere dergleichen flache Rinnen eingehauen. Die Entfernung dieser Rinnen muß so gewählt werden, daß die zwischen ihnen stehen bleibende schmale Fläche gleich ist der Länge der oberen Fläche oder Rippe des fertigen Flintensteins. Jetzt folgt das Abspalten der Schiefer. Der Arbeiter schlägt nämlich mit der Schärfe des Hammers die zwischen den Rinnen stehn gebliebenen, vertikalen, abgeflacht dachförmigen Vorsprünge herunter, welche je nach der Gleichförmigkeit des Steines und der Geschicklichkeit des Arbeiters mehr oder weniger lang, selbst bis zu 8 Zoll, gewöhnlich freilich nur wenige Zolle ausfallen, und die Gestalt eines langen sehr flachen, an beiden Längenseiten stark zugeschärften Prisma besitzen, dessen Querschnitt ein Trapez ist.

Solcher Schiefer sucht der Arbeiter so viele wie möglich von dem Anbruch zu gewinnen. Wäre es möglich, sie mit mathematischer Genauigkeit zu erhalten, so müßte nach dem Abschlagen einer Reihe derselben eine ganz gerade Fläche zurückbleiben. Da dies aber nie der Fall ist, so bietet das Abschlagen einer nächstfolgenden Reihe von Schiefern schon Schwierigkeiten dar, und die Bruchfläche des Steines nimmt bald eine so unregelmäßige Gestaltung an, daß der mittlere Theil der Anbrüche fast jeder Zeit als unbrauchbar verworfen werden muß.

Das Zertheilen der Schiefer in einzelne Flintensteine geschieht mit dem Scheibenhammer und Meißel. Der Arbeiter hält das Schieferstück an der durchzuschlagenden Stelle auf den Meißel, gibt mit dem Scheibenhammer einige leichte Schläge, und zerlegt es auf diese Art in so viele Flintensteine, wie die Länge des Schieferstücks zuläßt. Die Steine sind nun noch nicht fertig, sondern enthalten zwei Feuerschneiden, während sie, mit Ausnahme der wenig gebräuchlichen Doppelfeuersteine, deren nur eine behalten sollen. Es wird daher die eine, am wenigsten gut ausgebildete Schärfe mit Meißel und Scheibenhammer abgestumpft und so der Rücken des Flintensteines erzeugt; worauf es nur noch nöthig ist, die Feuerschneide, falls sie nicht ganz scharf oder gerade sein

Digitized by Google

sollte, auszubessern, und etwaigen anderen kleinen Unregelmäßigkeiten nachzuhelfen.

Das Schlagen der Flintensteine geht mit großer Geschwindigkeit von Statten. Ein geübter Arbeiter kann, wenn ihm anders gutes Material zu Gebote steht, täglich etwa 1000 brauchbare Schiefer abspalten; das Zertheilen und Zurichten nimmt etwas mehr Zeit hinweg, so daß nur etwa 500 Stück täglich erfolgen. Ein einzelner Arbeiter kann daher ohne alle Hülfe in drei Tagen bequem 1000 Stück Flintensteine liefern. Diese werden endlich der Größe nach sortirt, und in gut schließenden Fässern, um sie vor dem Austrocknen zu schützen, versandt.

Beim Feuersteinschlagen findet jederzeit ein sehr bedeutender Abfall Statt, weil kaum die Hälfte der Schieferstücke brauchbar ist, und beim Abspalten derselben von den Anbrüchen über die Hälfte dieser Letztern ungenutzt übrig bleibt. Selbst aus den größten Feuersteinen erfolgen aus diesen Gründen sehr selten mehr als 50 Flintensteine.

Der Feuerstein kann mit Vortheil als Baumaterial gebraucht werden, wie dieß besonders in Kent, Esser, Suffolk und Norfolk nicht selten geschieht. Endlich geht er auch in die Zusammensetzung des sogenannten Mastix-Zementes ein, einer Mischung aus gröblich zerstampftem Feuerstein, Kalkstein und Bleiglätte, die mit Leinöl angemacht, ein vortreffliches Material zum Verputzen der Gebäude und zu anderen ähnlichen Zwecken darbietet.

Feuerwerk (Fireworks, Feux d'artifice). Das Abbrennen leichtentzündlicher, mehr oder weniger explosiver Gemenge, hat durch die Erfindung des Schießpulvers außerordentlichen Einfluß auf die Gesammtverhältnisse des gemeinen Lebens, besonders aber auf die Art der Kriegführung erlangt, und die Feuerwerkerei oder Behandlung des Schießpulvers im Allgemeinen bildet die Grundlage der jetzigen Kriegskunst. Aber auch zur Belustigung kann das Abbrennen schießpulverartiger Mischungen dienen, die theils durch die Helligkeit, Farbenpracht und Lebendigkeit des Feuers, theils durch die vielfältigen raschen Bewegungen, dem Auge ein ungemein unterhaltendes Schauspiel darbieten. Diese letztere Bedeutung ist es, die gewöhnlich dem Worte Feuerwerk untergelegt wird, und von welcher allein in dem gegenwärtigen Artikel gehandelt werden soll.

Die meisten und schönsten Erfindungen im Gebiete der Feuerwerkerei verdankt man dem berühmten Ruggieri und seinem Sohn, die in Rom und Paris, und den meisten übrigen Hauptstädten von Europa ihre bis dahin und vielleicht auch nach ihnen unerreichte Kunst in der Ausführung brillanter Feuerwerke produzirten.

Die drei Hauptmateriale zu fast allen Feuerwerken sind die Bestandtheile des Schießpulvers, Salpeter, Kohle und Schwefel; außer diesen aber noch mancherlei Nebenmaterialien, als Feilspäne von Eisen, Stahl, Kupfer, Zink, ferner Harz, Kampfer, Lykopodium und noch viele andere. Auch Schießpulver selbst wird sehr häufig, und zwar zum Theil gekörnt, zum Theil ungekörnt, als Mehlpulver, angewandt. Eisenfeilspäne, besonders wenn sie recht lang, aber fein sind, bewirken sprühende rothe und weiße Funken. Feil- und Bohrspäne von Stahl und Gußeisen geben noch glänzenderes, heftiger sprühendes Feuer. Alle dergleichen Späne müssen, wenn sie die verlangte Wirkung machen sollen, ganz rostfrei sein. Ein Zusatz von Kupferfeilspänen bedingt eine grüne, Zinkspäne eine sehr schön grünlich blaue Färbung des Feuers. Schwefelantimon wirkt ähnlich, wie Zink, das Blau ist noch weniger grünlich, aber sehr stark rauchend. Bernstein und Kolophonium, so auch Kochsalz färben die Flamme gelb, das letztere muß aber, um die Verbrennung nicht zu hindern, sehr trocken angewandt werden. Lampen- oder Kienruß mit Mehlpulver gemengt, erzeugt ein dunkelrothes, mit Salpeter zusammengerieben, ein hellrothes Feuer. Man bedient sich eines solchen Satzes zum Goldregen. Auch gelber Glimmer

Digitized by Google

wird wohl zugesetzt, und bewirkt recht hübsche goldgelbe Strahlen. Durch Grünspan entsteht hellgrün, durch Eisenvitriol und Salmiak ein angenehmes Palmgrün. Kampfer bringt ein weißes Licht hervor, und wird auch wohl des Geruches wegen zugesetzt. Zu demselben Zweck dienen auch Benzoe und Storax. Durch Zusatz von Herenmehl entsteht eine sehr schöne rosenrothe Flamme. Gewöhnlich freilich wird Herenmehl nur im Theater zu feuerauswerfenden Fackeln angewandt.

Man kann die mancherlei verschiedenen Feuerwerke in 3 Hauptklassen zerfällen, in solche, die ihre Wirkung auf der Erde, solche, die sie in der Luft, und solche endlich, die sie auf dem Wasser machen. Die ersteren wiederum zerfallen in feststehende und bewegliche Stücke.

Fast alle bestehen aus einer äußeren papiernen oder pappenen Hülse und dem darin befindlichen brennbaren Satz. Die Hülsen werden auf einem zylindrischen Stabe von angemessenem Durchmesser aus starkem Papier oder dünner Pappe, die in mehreren Windungen übereinander geleimt wird, angefertigt. Das eine Ende wird in der Regel dadurch fest verschlossen, daß man es mittelst eines umgelegten starken Bindfadens, auch wohl mittelst einer besonderen Vorrichtung stark zusammen schnürt (würgt) und in die etwa noch vorhandene kleine Oeffnung einen papiernen oder thönernen Pfropf eintreibt. Bei solchen Stücken, wo sich nach dem Ausbrennen des Satzes die Entzündung auf einen anderen Theil fortpflanzen soll, läßt man den kleinen Pfropf weg, und verbindet das hintere Ende der ersten Hülse mit dem vorderen der anderen. Auch die vorderen Enden werden, nach dem Einfüllen des Satzes, gewöhnlich zugewürgt, und die so entstehende bedeutende Verengerung nöthigt den Feuerstrahl, mit großer Heftigkeit hervorzusprühen.. Nur da, wo eine ruhige, geräuschlose Flamme verlangt wird, läßt man die Mündung der Hülsen ihrer ganzen Weite nach offen.

Der Satz, dessen Zusammensetzung je nach den verschiedenen Zwecken sehr verschieden sein kann, wird meistentheils, um das allzurasche Abbrennen zu mildern, durch gewaltsames Schlagen stark verdichtet, was zugleich den Vortheil gewährt, daß eine Hülse von bestimmter Größe und Gewicht, eine weit größere Menge des Satzes aufzunehmen vermag, als ohne Verdichtung desselben möglich wäre.

Wir geben nun zu einer kurzen Beschreibung der hauptsächlichsten Feuerwerksstücke über.

1. Feststehende Stücke bestehen fast sämmtlich in einer Zusammenstellung mehrerer Brä nder, d. h., einfacher, mit irgend einem Satz gefüllter, und an dem vorderen Ende gewürgter Hülsen, die einen lebhaften Feuerstrahl auswerfen. Der gewöhnlichste Satz für Bränder von nicht über ¾ Zoll Durchmesser ist: 16 Mehlpulver, 3 Kohle; für größere: 16 Mehlpulver, 4 Stahlfeilspäne. Das chinesische Feuer, das mit prachtvollen blumenähnlichen Funken (Jasminblüthen genannt) brennt, wird für Bränder unter ¾ Zoll aus: 16 Mehlpulver, 8 Salpeter, 3 feinem Kohlenpulver, 3 Schwefel und 10 feinen Gußeisenbohrspänen; für größere Bränder, aus 16 Mehlpulver, 12 Salpeter, 3 Kohle, 3 Schwefel und 12 groben Gußeisenspänen zusammengesetzt. Durch Verbindung mehrerer Bränder entstehen unter andern die feststehende Sonne, indem eine Anzahl von Brändern in der Richtung der Radien eines Kreises, oder der Speichen eines Rades verbunden, und zu gleicher Zeit in Brand gesetzt wird. Wenn, wie in dem vorliegenden Fall, mehrere, oft sehr viele Stücke gleichzeitig entzündet werden müssen, so geschieht dieß mittelst der Lu ntenfäden oder Stopinen, d. h. mit Pulver getränkter, in eine dünne papierne Röhre eingeschlossener baumwollener Dochte. Aus solchen Stopinen, deren jede die Länge eines Papierbogens oder auch mehrerer Bogen haben kann, und deren Hülsen man absichtlich an dem einen Ende ein wenig weiter macht, als an dem anderen, um bequem das dünnere Ende der einen in das weitere der nächsten einstecken zu kön-

Digitized by Google

neu, bildet man dann eine vollständige Leitung nach allen zu entzündenden Punkten.

Unter Glorien versteht man ähnliche Zusammenstellungen, wobei die Mündungen der Brändер nicht in einem einfachen Kreise, sondern in dreieckigen, sternförmigen oder anderen Figuren angeordnet sind, und die oft selbst mehrere Reihen von Brändern enthalten.

Der Fächer besteht aus mehreren, etwa 5 oder 7, als Radien eines Viertel- oder Halbkreises verbundenen Brändern. Drei Brändер bilden und die den sogenannten Gänsefuß.

Mosaik entsteht, wenn mehrere, nicht zu weit, etwa 3 Fuß von einander entfernte Pfähle auf die Art mit Brändern besetzt werden, daß sich beim Brennen allemal vier Feuerstrahlen in einem Punkte vereinigen oder kreuzen, wodurch bei einer bedeutenden Anzahl solcher Kreuze ein mosaikartiges Ansehen des Ganzen hervortritt.

Kaskaden werden durch eine Anzahl horizontal neben einander liegender Brändер nachgeahmt. Am besten eignet sich hiezu chinesisches Feuer. Auf gleiche Art, nur daß die Brändер vertikal abwärts geneigt sind, entsteht der Goldregen.

Firsterne. Hiezu dienen Brändер von besonderer Einrichtung. Sie werden nämlich an beiden Enden ganz zugemacht, dagegen aber bohrt man in der Nähe des einen Endes und zwar in einer und derselben Durchschnittsebene fünf Löcher durch die Hülse, welche, wenn der Brändер in horizontaler Lage in der Richtung seiner Achse betrachtet wird, beim Brennen einen aus fünf divergirenden Feuerstrahlen bestehenden Stern darstellen.

Zweckmäßige Sätze zu solchen Sternen sind:

	Gewöhnlicher	hellerer	farbiger Satz.
Salpeter	16	12	0
Schwefel	4	6	6
Mehlpulver	4	12	16
Schwefelantimon	2	1	2

Brändchen sind dünne, oft aber ziemlich lange, mit einem Satz gefüllte Hülsen aus vierfachem Papier, von welchem aber nur die äußerste Lage geklebt wird, weil die Hülse, um das ruhige sanfte Fortbremen des Satzes nicht in ein heftiges Sprühen zu verwandeln, gleichzeitig mit dem Satze verbrennen soll, hieran aber durch zuviel Leim oder Kleister gehindert werden würde. Sie werden aus demselben Grunde auch nicht an der Mündung verengt, sondern ganz offen gelassen. Solche Brändchen dienen zur Hervorbringung von Namenzügen und anderen Dekorationen, als Tempeln u. dgl., die gewöhnlich den Schluß eines Feuerwerkes bilden. Zu diesem Zweck muß ein Rahmen oder Gerüst in der Gestalt der bezweckten Dekoration vorhanden sein, an welchem die Brändchen befestigt und durch Stopinen in Verbindung gesetzt werden, so daß sie sich in einem Moment entzünden. Sehr gewöhnlich bekommen diese Brändchen verschiedenfarbige Sätze, wobei dann der Feuerwerker die Vorsicht nicht außer Augen lassen darf, die mit rasch brennenden Sätzen gefüllten Brändchen verhältnißmäßig länger zu machen, als die mit langsam brennenden, weil die kunstgerechte Ausführung der Dekorationen nicht nur die gleichzeitige Entzündung, sondern auch ein möglichst gleichzeitiges Verlöschen sämmtlicher Lichter erheischt. Um die Brändchen sicher zur Entzündung zu bringen, bohrt man etwa zwei Linien vom vorderen Ende mit einer Pfrieme ein Loch quer hindurch, um die Verbindungsstopine, die an dieser Stelle bloß liegen und den Satz des Brändchens berühren muß, mit einem durch das Loch gesteckten Faden befestigen zu können.

Sätze zu den Brändchen:

Weißes Feuer: 16 Salpeter, 8 Schwefel, 3 oder 4 Mehlpulver; bläulich weißes: 16 Salpeter, 8 Schwefel, 4 Schwefelantimon; blaues:

Digitized by Google

16 Salpeter, 8 Schwefelantimon; gelbes: 16 Salpeter, 16 Mehlpulver, 8 Schwefel, 8 Bernstein; oder 16 Salpeter, 16 Mehlpulver, 4 Schwefel, 3 Kolophonium, 4 Bernstein; grünes: 16 Salpeter, 6 Schwefel, 6 Schwefelantimon, 6 Grünspan; hellrothes: 16 Salpeter, 3 Mehlpulver, 1 Kienruß.

Außer diesen älteren, von Ruggieri empfohlenen farbigen Sätzen, lassen wir noch eine Reihe von Mischungen folgen, welche Meyer (Prechtls Encyklopädie, Art. Feuerwerkerei) aufführt, die ohne Zweifel sehr schöne Wirkung machen, aber freilich auch des sehr kostbaren chlorsauren Kali wegen, das fast in sämmtliche farbige Sätze, zum Theil in bedeutender Menge eingeht, zu gewöhnlicheren Feuerwerken viel zu kostspielig sind. Mischungen von chlorsaurem Kali und Schwefel verbrennen mit außerordentlicher Lebhaftigkeit und einem Grade von Weißgluth, der durch Salpeter nicht zu erreichen ist. In diesem hohen Hitzgrade nun entwickeln mehrere Substanzen eigenthümlich farbiges Licht, von welchem in der Hitze des brennenden Salpeterschwefels kaum eine Spur zu bemerken ist. Von dieser Art ist besonders die salpetersaure Strontianerde und salpetersaure Barytерde, welche mit chlorsaurem Kali und Schwefel, die erstere ein prachtvoll purpurrothes, die letztere ein schönes grünes Feuer gibt. Die Grundlagen dieser Sätze sind eine Mischung von 80 Theilen chlorsaurem Kali und 20 Schwefel (Chorkalischwefel) und ein Gemisch von 75 Salpeter und 25 Schwefel (Salpeterschwefel). Daß sowohl diese, wie auch die Zusätze in fein pulverisirtem Zustande angewandt werden müssen, bedarf kaum der Erwähnung. Auf 100 Theile Chlorkalischwefel kommen

zu Roth 30 Th. kohlensaure Strontianerde;
zu Dunkelrosa 40 Th. kohlensaurer Kalk (Kreide);
zu Hellrosa 30 Th. Flußspath;
zu Gelb 50 Th. geglühetes kohlensaures Natron;
zu Dunkelblau 30 Th. schwefelsaures Kupferoxydammoniak nebst 30 Th. schwefelsaurem Kali;
zu Hellblau 20 Th. schwefelsaures Kali;
zu Grün 20 Th. kohlensaurer Baryt;
zu Hellgrün 20 Th. Borarsäure;
zu Violett 20 Th. schwefelsaures Kali und eben so viel kohlensaurer Kalk;
zu Orange 30 Th. kohlensaures Natron und 10 kohlensaurer Kalk.

Zu Theaterfeuern soll, um ein sehr weißes glänzendes Licht dem bunten Feuer zuzugesellen, und dadurch den gelblichen Schein der Lampen zu überstrahlen, ein Zusatz von Salpeterschwefel sehr nützlich sein. Meyer empfiehlt zu diesem Zwecke:

Zu Hellroth 50 Salpeterschwefel, 50 Chlorkalischwefel, 20 Kreide, 10 Mehlpulver.

Zu Dunkelpurpur 76 getrocknete salpetersaure Strontianerde, 24 Schwefel, 50 Chlorkalischwefel.

Zu Blau 50 Salpeterschwefel, 50 Chlorkalischwefel, 40 schwefelsaures Kupferoxyd-Ammoniak, 20 schwefelsaures Kali.

Zu Grün 80 getrockneter salpetersaurer Baryt, 20 Schwefel, 35 Chlorkalischwefel.

Zu Gelb 50 Salpeterschwefel, 50 Chlorkalischwefel, 40 geglühtes kohlensaures Natron.

Zu Violett und Orange. Mischungen von Blau und Roth, und von Roth und Gelb.

Das bengalische Feuer, das durch blendende Helligkeit und Weiße eine sehr schöne, fast dem Tageslicht gleiche Beleuchtung gibt, entsteht durch Abbrennen einer sehr innigen Mischung von 7 Salpeter, 2 Schwefel und 1 Schwefelantimon. —

2. Bewegliche Stücke, die ihre Wirkung auf der Erde oder doch in geringer Höhe machen. Die Theorie von der Bewegung der meisten

Digitized by Google

Feuerwerksstücke beruht auf dem sogenannten Rückdruck. Befinden sich nämlich in einem verschlossenen Gefäße stark verdichtete Gasarten, die also gegen die Wände des Gefäßes einen starken Druck ausüben, so bleibt nichts desto weniger Alles im völligen Gleichgewichtszustande, weil einem jeden Theile der Wand, der einen bestimmten Druck erleidet, eine gleich große Fläche gegenübersteht, die sich unter genau demselben Druck befindet. Entstände nun plötzlich eine Oeffnung in dem Gefäße, so würde beim Ausströmen des Gases der Druck in der Querfläche des Loches nicht mehr zur Wirkung kommen (weil hier keine Wand zur Aufnahme des Druckes vorhanden), während die gegenüberstehende Wand nach wie vor den Druck empfinge, daher denn also nach dieser letzteren Seite hin, also in der dem Loche entgegengesetzten Richtung ein überwiegender Druck, mithin eine Bewegung des ganzen Gefäßes eintreten muß.

Zu den beweglichen Feuerwerken gehören:

a) Feuerräder. Abgesehen von den kleinen, durch spiralförmiges Zusammenlegen einer mit Satz gefüllten Papierhülse um eine kleine hölzerne Scheibe gebildeten Feuerräder, die beim Gebrauch mittelst eines Stiftes an einem Pfahl beweglich befestigt werden, bei größeren Feuerwerken aber keine Anwendung finden, werden die Feuerräder fast sämmtlich aus drei oder auch mehren einzelnen Brändern angefertigt, die an der Peripherie eines dreieckigen oder polygonalen, um seinen Mittelpunkt drehbaren Brettchens so befestigt sind, daß ihre Achsen den Seiten des Polygons parallel laufen, und auf solche Weise mit einander in Verbindung gesetzt werden, daß der erste, nach dem völligen Ausbrennen, den zweiten, dieser den dritten u. s. w. entzündet, so daß zur Zeit allemal nur Ein Bränder in Aktivität ist. Der Satz zu den Feuerrädern kann begreiflicher Weise alle die oben angegebenen farbigen Feuer enthalten, darf aber nicht zu stark verdichtet werden, um die nöthige Kraft zum raschen Umtreiben des Ganzen zu entwickeln; ein Grundsatz, der bei allen Stücken Anwendung findet, die eine lebhafte Bewegung machen sollen.

Gewöhnlich nimmt man zu Feuerrädern einen stark funkensprühenden Satz. So z. B. für einen Durchmesser der Bränder unter ¾ Zoll 16 Mehlpulver, 3 gröblich zerriebene Kohle; für größere Durchmesser 20 Pulver und 4 Kohle; zu stark sprühendem Feuer 16 Pulver und 2 bis 3 gelben glimmerhaltigen Sand; oder 16 Pulver, 1 gestoßene Steinkohle, 1 bis 2 gelben Sand.

b) Doppelte Feuerräder. Aus zwei, sich auf derselben Achse in entgegengesetzter Richtung drehenden Feuerrädern zusammengesetzt.

c) Kaprizen, ebenfalls aus einer Zusammensetzung mehrerer Bränder bestehend, drehen sich in horizontaler Richtung und zwar abwechselnd bald rechts, bald links, was sich sehr leicht durch die Anordnung der einzelnen, nach einander zur Wirkung kommenden Bränder erreichen läßt.

d) Spiralen. Diese erfordern ein aus mehreren Stäben konstruirtes, möglichst leichtes kegelförmiges Gerüst, das mit der Spitze auf einen vertikalen Pfahl gehängt wird, und sich in horizontaler Richtung um denselben dreht. Die untere ringförmige Basis ist mit einer Anzahl horizontaler Bränder ausgestattet, welche den Apparat in Drehung setzen, während eine, spiralförmig sich bis zur Spitze des Kegels hinaufschlängelnde Reihe nahe zusammenstehender vertikaler Brändchen sich zu gleicher Zeit entzündet. Daß besonders bei diesem Stücke verschiedenfarbige Sätze eine ausgezeichnet schöne Wirkung machen, ist leicht zu erachten.

e) Eines der berühmtesten Stücke von Ruggieri ist die Schlange, die in raschen Windungen einen, vor ihr fliehenden Schmetterling verfolgt. Zu diesem berühmten Stück ist eine eigene mechanische Vorrichtung erforderlich. An den Ecken eines großen achteckigen Gerüstes oder Rahmens sind große Räder angebracht, die sich sämmtlich in einer Vertikalebene drehen. Um diese Räder der Rollen schlingt sich eine endlose Kette in der Art, daß sie erst über die Außenseite eines Rades,

Digitized by Google

dann über die, dem Zentrum des Achteckes zugewandte innere Seite des nächsten, von diesem wieder über die äußere Seite des dritten, u. s. f. fortwindet, mithin eine schlangenförmige, in sich zurücklaufende Kurve beschreibt. Die Kette ist ganz nach Art einer Uhrkette, natürlich in großem Maßstabe, ausgeführt, und trägt in einem Theil ihrer Länge vertikale Plättchen oder Schilder, die sich dicht an einander anschließen und in ihrer schlangenförmigen Forterstreckung die Gestalt einer Schlange darstellen. In einiger Entfernung von derselben trägt ein Kettenglied die zu dem Schmetterlinge bestimmte Platte. Indem nun die Schlange mit bunten, der Schmetterling mit weißen Brändchen besetzt in Bewegung gebracht wird, während der Zuschauer in der Dunkelheit der Nacht von dem, mit schwarzer Farbe angestrichenen Mechanismus keine Spur bemerkt, entwickelt sich ein ans Wunderbare gränzendes Schauspiel. Ruggieri ließ dieses Stück gewöhnlich ohne menschliche Beihülfe durch das Abbrennen anderer Feuerwerksstücke sich entzünden, so daß es aus einem Flammenmeer sich selbst zu entwickeln schien. Die Drehung des Apparates bewirkte er dadurch, daß eines der Räder durch ein vorher aufgewundenes Gewicht umgetrieben wurde. Er nannte dieses Kunstwerk den Salamander.

3. Feuerwerke, die ihre Hauptwirkung in der Luft machen.

Zu diesen gehören vor allen Anderen die Raketen, die, so allbekannt und gebräuchlich sie sein mögen, dennoch immer eines der schönsten und interessantesten Stücke ausmachen, und bei dem kleinsten, wie dem größten Feuerwerke nicht fehlen dürfen. Besonders in größerer Menge zugleich abgebrannt gewähren sie ein überraschend schönes Schauspiel, das häufig als Schlußstück und Höhepunkt großer Feuerwerke benutzt wird. Man unterscheidet Girandeln und Pfauenschweife, erstere, wenn sämmtliche Raketen vertikal, also im Allgemeinen parallel unter einander; letztere, wenn sie in divergirender Richtung, also nach oben sich ausbreitend aufsteigen.

Die Verfertigung der Raketen erfordert viele Sorgfalt in der genauen Beobachtung mehrfacher Regeln, die besonders dahin abzielen, eine sehr gleichmäßige Ladung und Verdichtung des Satzes zu erzielen, daher auch nur ein geübter Feuerwerker eine gut steigende Rakete zu Stande bringt.

Die Hülse der Rakete muß aus sehr festem Material angefertigt werden, um, ohne zu großes Gewicht zu besitzen, dem starken inneren Druck zu widerstehen. Hinsichtlich der Ladung weicht die Rakete von allen anderen Feuerwerken darin ab, daß in ihrer Mitte, der Länge nach von der Mündung bis nahe an das entgegengesetzte Ende eine Höhlung gelassen wird, damit sich der Satz zu gleicher Zeit der ganzen Länge nach entzünde, und die erforderliche Triebkraft entwickle. Die Kraft eines gewöhnlichen Bränders dessen Ladung sich vorn entzündet, und gleichzeitig nur in der kleinen kreisförmigen Durchschnittsfläche brennt, reicht zwar zum Treiben eines Feuerrades und ähnlicher Apparate hin, würde aber für eine Rakete viel zu unbedeutend sein; wogegen die hohle, sich der ganzen Länge nach von der Achse aus entzündende Raketenladung eine sehr große, aber auch nur kurze Zeit andauernde Triebkraft entwickelt. Die Höhlung kann entweder, wie dieß früher allgemein, und auch jetzt noch häufig geschieht, dadurch entstehn, daß man sie über einem Dorn mittelst hohler Stempel eintreibt, oder auch in eine massive Ladung nachträglich auf der Drehbank ein Loch hinunter bohrt.

Diese Höhlung darf nicht das vordere Ende der Rakete erreichen, sondern läßt ein massives Stück der Ladung (die Zehrung) übrig, welche nach dem Abbrennen, die Entzündung auf die Versetzung, d. h. die zum Auswerfen bestimmten Leuchtkugeln, Schwärmer oder d. gl. überträgt. Diese Versetzung, die freilich sehr oft aus einem einfachen Schlage besteht, befindet sich an dem vorderen, beim Steigen also dem oberen Ende der Rakete in der Kappe, einem, in eine Spitze

Digitized by Google

auslaufenden Ansatze, dessen Durchmesser bei starken Versetzungen den der Rakete oft bedeutend übertrifft.

Ruggieri empfiehlt folgende Sätze zu den Raketen:

Für Bohrungen bis zu ¾ Zoll.		¾ bis 1⅔ Zoll.	über 1⅔ Zoll.
Gewöhnlicher Satz:			
Salpeter	16	16	16
Kohle	7	8	9
Schwefel	4	4	4
Brillantfeuer.			
Salpeter	16	16	16
Kohle	6	7	8
Schwefel	4	4	4
Stahlfeilspäne . .	3	4	5
Chinesisches Feuer.			
Salpeter	16	16	16
Kohle	4	5	6
Schwefel	3	3	4
Gußeisenbohrspäne .	3	4	5

Beim Laden muß sich die Hülse in einer genau anschließenden, aus zwei Hälften zusammengesetzten kupfernen Form befinden, weil sie sonst bei dem gewaltsamen Eintreiben des Satzes zerplatzen würde. Ist die Rakete fertig geschlagen, gebohrt, mit Kappe und Versetzung versehen, so bringt man einen Ludelfaden der ganzen Länge nach in die Bohrung ein, und versieht schließlich die Rakete mit dem Stabe von Weiden oder Tannenholz.

Die Versetzung oder Garnitur der Raketen kann mehrerlei Art sein; dahin gehören.

Sterne, kleine, runde oder würfelförmige Körperchen aus fein pulverisirtem und mit Spiritus angefeuchtetem Satz geformt. Zu weißen Sternen nimmt man 16 Salpeter, 8 Schwefel, 3 Mehlpulver; oder 16 Salpeter, 7 Schwefel, 4 Pulver. Zu goldgelben Sternen 16 Salpeter, 10 Schwefel, 4 Kohle, 16 Schießpulver, 2 Kienruß; oder 16 Salpeter, 8 Schwefel, 2 Kohle, 2 Kienruß und 8 Schießpulver.

Serpentosen. Kleine, aus zwei, über einander gerollten und mit Papier beklebten Spielkarten angefertigte Hülsen, die nach dem Füllen an beiden Enden fest zugewürgt, und mit zwei, in der Nähe der Enden, aber an entgegengesetzten Seiten der Hülse eingebohrten Löchern versehen werden, und beim Brennen in wirbelnder Bewegung umherfliegen.

Petarden, kleine, mit Schießpulver gefüllte, mit einer Anfeuerung versehene Hülsen, die beim Abbrennen mit einem Knall zersprengt werden, und in großer Menge angewandt, ein Pelotonfeuer darstellen.

Schläge, deren gewöhnlich nur einer bei der Rakete angebracht wird, sind viereckige, mit Pulver gefüllte Pappkästchen, die mit Bindfaden vielfach umwunden werden. Sie geben, je nach ihrer Größe einen sehr starken Knall, und werden auch sehr häufig auf flacher Erde abgebrannt.

Nächst den Raketen machen die römischen Lichter eines der gewöhnlichsten und schönsten Stücke aus. Die Hülse bleibt am oberen Ende ungewürgt, und wird in regelmäßiger Abwechslung mit schwachen Pulverladungen, Sternen und langsam brennenden Satzschichten gefüllt. Die Sterne können aus der vorhin angegebenen Mischung bestehen, und bekommen die Gestalt niedriger, in der Mitte mit einem durchgehenden Loche versehener Zylinder. Zu unterst wird eine Pulverladung ein-

Digitized by Google

gebracht, auf diese ein Stern, und darauf eine Satzschichte, dann wieder Pulver, ein Stern und so fort.

4. Wasserfeuerwerke. Kommen im Wesentlichen mit den Landfeuerwerken überein, nur daß sie meistens in einer hölzernen Scheibe befestigt werden, um so auf dem Wasser zu schwimmen.

Fichtenharz (Rosin, Brai sec) ist der harzige, noch eine gewisse Menge ätherisches Oel (Terpenthinöl) enthaltende Rückstand, welchen der aus Nadelbäumen geflossene Terpenthin beim Eintrocknen an der Luft hinterläßt. Hiermit ist das Kolophonium verwandt. Dieses wird aus den verschiedenen Terpenthinarten gewonnen, indem man durch Destillation derselben mit Wasser das flüchtige Oel, Terpenthinöl, austreibt, und das rückständige, wasserhaltige Harz (terebinthina coeta) durch Schmelzen entwässert. Wird hiebei die Hitze unvorsichtig und zu stark gegeben, so nimmt das Harz eine dunkelbraune Farbe an, während durch sorgfältiges langsames Schmelzen die besseren, helleren Sorten entstehn. Es findet mehrfache wichtige Anwendungen; so bildet es in Verbindung mit Kali einen wesentlichen Bestandtheil der braunen englischen Seife, geht in die Mischung mehrerer ordinärer Firnisse ein, dient zur Bereitung von Leuchtgas, beim Löthen mit Schnellloth, beim Kalfatern der Schiffe, endlich auch zum Bestreichen der Violinbogen, daher der Name Geigenharz.

Filigran (Filligree, Filigrane), von filum und granum; eine aus mehrfach gebogenem, oft in Form kleiner Knöpfchen zusammengedrehtem runden oder häufiger platten Draht gebildete und mit dem Löthrohr (unter Anwendung von Gold- oder Silber-Schlagloth und Borax) verbundene Verzierung auf Gold- und Silberarbeiten.

Filtriren (Filtration). Eine rein mechanische Operation, um Flüssigkeiten von darin aufgeschwemmten festen Theilchen zu sondern, sei es nun, daß man die Flüssigkeit, oder die festen Theilchen, oder auch Beides zu benutzen beabsichtigt. Der dazu dienende Apparat, das Filtrum, besteht jederzeit in irgend einem porösen Körper, wie z. B. Löschpapier, Filz, Zeugen aller Art, porösen Steinen oder thönernen Geschirren, Kohlenpulver, Sand u. d. gl. Zu chemischen Versuchen im Kleinen wird fast nur feines Löschpapier genommen, welches entweder von vorn herein mit ganz reinem, sorgfältig gewaschnen Papierzeug und klarem Regenwasser angefertigt sein muß, oder das man noch besser dadurch reinigt, daß man es (am bequemsten die fertig zusammen gefalteten Filtra), in verdünnte Salzsäure einlegt, um alle Eisenoxydtheile und Kalk, die fast immer in geringer Menge im Papiere vorkommen, aufzulösen, und dann wieder so lange mit destillirtem Wasser auswäscht, bis das ablaufende Wasser mit salpetersaurer Silberauflösung nicht die geringste Trübung gibt.

Die Art, das Papier zusammen zu legen, um es demnächst in einen Glastrichter einzubringen, besteht gewöhnlich ganz einfach darin, daß man ein viereckiges Stück zweimal, nämlich in der Richtung der Diagonalen, zusammen faltet, und es dann an der oberen Seite bogenförmig abschneidet. Oder man legt ein Stück Papier einmal zusammen, und bildet nun durch fächerförmiges Zusammenfalten mehrere abwechselnde Biegungen. Diese vielen Falten verhindern das feste Anlegen des Papiers an die inneren Wände des Trichters und gestatten so der Flüssigkeit ganz freien Ablauf, andertheils kommt auch die ganze Oberfläche des Filtrums zur Wirkung, während bei nur diametral zusammengelegtem Papier, nur die Hälfte desselben filtrirt. Dieses letztere hat freilich in solchen Fällen, wo der Rückstand nach dem Filtriren ganz vollständig von dem Papiere abgenommen werden muß, Vorzüge. Die Gestalt der Trichter anlangend, so ist es wesentlich, daß die Seitenwände sehr gerade kegelförmig fortlaufen, weil sonst das papierne Filtrum gar leicht zerreißt; der Durchmesser des Trichters kann etwa $^{3}/_{4}$ von der Höhe (von dem Anfang des Halses bis zum Rande gerechnet) betragen.

Digitized by Google

Das Auswaschen der Niederschläge auf dem Filtrum ist eine in den meisten Fällen unerläßliche und sehr zeitraubende Sache, daher sich der Chemiker mehrfacher Kunstgriffe bedient, um diese Arbeit zu beschleunigen. Zu diesen Mitteln gehört ganz besonders der Gebrauch eines kleinen Pinsels, oder die Fahne einer kleinen Feder (die Schwungfedern der Krametsvogelflügel eignen sich hiezu besonders gut). Man zieht die Fahne zu beiden Seiten größtentheils herunter, und läßt nur ein kurzes Stück an der Spitze, mit welchem man den Niederschlag beim jedesmaligen Aufgeben von frischem Wasser so vollständig wie möglich aufrührt. Wendet man hiebei heißes Wasser an (vorausgesetzt, daß die Natur des Niederschlages dieß gestattet), so kann man Auswaschungen, die ohne dies Mittel Tage lang dauern würden, in eben so viel Stunden vollständig ausführen. Hauptregel beim Auswaschen ist, das Wasser stets auf den Rand des Papieres, langsam im Kreise herum tröpfelnd aufzuschütten.

Statt der Trichter kann man in besonderen Fällen auch zylindrische Gefäße zum Filtriren benutzen. Der Boden muß durchlöchert sein, und wird mit einer Scheibe eines passenden Zeuges bedeckt, der man einen durch Aufbiegen, oder besser durch Annähen gebildeten Rand gibt und diesen mittelst eines elastischen Drahtringes an der inneren Wand des Zylinders ausspannt. Zu alkalischen Laugen ist Leinen oder ein baumwollener Zeug erforderlich, für saure Flüssigkeiten kann auch wollener Zeug oder Filz genommen werden.

Filtrationen in etwas größerem Maßstabe werden häufig in Spitzbeuteln oder auf Seihetüchern vorgenommen; die ersteren können aus Leinwand oder Flanell genähet, oder auch aus Filz gleich in einem Stück angefertigt werden. Solche Filzfiltra finden z. B. ihre Anwendung beim Filtriren des Brennöls nach der Behandlung mit Schwefelsäure. Eine andere Filtrirvorrichtung ebenfalls bei der Oelraffinerie gebräuchlich, besteht in einem Faß mit vielfach durchlöchertem Boden, durch dessen Löcher baumwollene Dochte, oben mit einem Knoten versehen, hindurchgezogen werden.

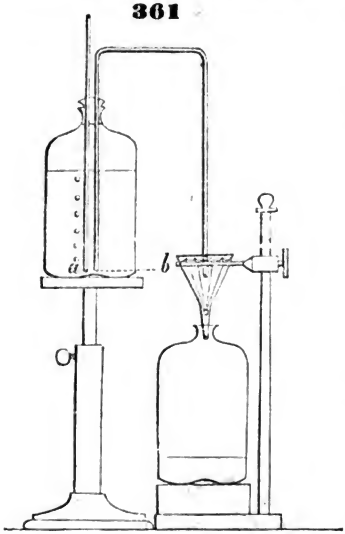
In einzelnen Fällen, so namentlich beim Filtriren ganz konzentrirter Säuren oder heißer ätzender Laugen, muß das Filtrum aus einer unorganischen Masse bestehn. Man bedient sich dann einer Lage von reinem Sand, Glaspulver, Kohlenpulver oder d. gl., die man entweder in einem Trichter, oder in einem anderen angemessenen Behälter, dessen Boden durchlöchert sein muß, anbringt. Um das Hindurchfallen des Sandes durch die Löcher zu verhindern, legt man über jedes ein Steinchen. Dergleichen Filtrationen kommen indessen selten vor, oder lassen sich auf anderen Wegen umgehen.

Um sich die Mühe zu ersparen, sowohl bei den Filtrationen selbst die zu filtrirende Flüssigkeit, als auch besonders beim nachherigen Auswaschen das Wasser aufzugeben, bedient man sich mit größtem Vortheil selbstwirkender Filtrirvorrichtungen, deren Aufgabe darin besteht, das Filtrum stets gefüllt zu halten. Eine, bei Filtrationen im Kleinen sehr bequeme und zweckmäßige Methode besteht darin, die Flüssigkeit mit dem Niederschlage in eine Flasche zu geben, den Hals mit dem Finger zu verschließen, sie umzukehren und die Oeffnung in das Filtrum zu bringen. Aus bekannten Gründen hört das Ausströmen der Flüssigkeit auf, sobald sie in dem Filtrum bis zu der Höhe gestiegen ist, daß sie den Eintritt von Luft in die Mündung der Flasche absperrt. Die Flasche wird nun in dieser umgekehrten Stellung mittelst eines Trägers befestigt. Wenn aber im Verlauf der Filtration das Niveau bis unter die Mündung der Flasche sinkt, so gelangt, unter gleichzeitigem Ausfluß eines entsprechenden Volumens Flüssigkeit, Luft in dieselbe, bis der so eben bezeichnete Stillstand wieder eintritt. Zum Auswaschen der Niederschläge bei genauen Analysen ist diese Vorrichtung aus dem Grunde unbequem, weil die Luftblasen bei ihrem Eintritt und dem Aufsteigen leicht eine kleine Menge des Niederschlages mit in die Höhe reißen und

Digitized by Google

in die Flasche führen, wo sie sich dann an den Wänden festsetzen kann. Es sind daher bereits mehrere Vorrichtungen erfunden, die diesem Uebelstande begegnen, unter welchen der in Fig. 361 dargestellte, von Gay-Lussac empfohlne Aussüßapparat der bequemste und zweckmäßigste, und auch im Großen vollkommen anwendbar ist. Er besteht in einer geräumigen Flasche, deren Mündung mit einem genau luftdicht schließenden Korke versehen ist, durch welchen zwei Glasröhren bis nahe auf den Boden der Flasche hindurchgehen. Die eine dieser Röhren ist heberförmig gekrümmt, und an ihrem äußeren Schenkel so lang, daß das Ende, welches in das Filtrum b hineinreicht, etwa um einen halben Zoll tiefer liegt, als die untere Oeffnung a der zweiten Röhre. Soll nun eine Aussüßung vorgenommen werden, so füllt man die Flasche mit reinem Wasser, verschließt sie mit dem Korke, bringt den Heber in das Filtrum, mit der Vorsicht, daß der Rand dieses letzteren um etwas höher liegt, als die Oeffnung a, und setzt nun den Apparat dadurch in Thätigkeit, daß man die aufwärtsstehende Röhre in den Mund nimmt, und Luft hineintreibt, wodurch sich die Heberröhre mit Wasser füllt, und dieses auch in das Filtrum einfließen läßt. Der Apparat bleibt nun sich selbst überlassen, und hält, so lange noch Wasser in der Flasche ist, das Filtrum stets mit Wasser gefüllt. Aus physikalischen Gründen nämlich, deren Erörterung hier zu weit führen würde, fließt der Heber, unter gleichzeitigem Eintritt von Luft durch die andere Röhre, nur so lange, bis das Niveau der ihn umgebenden Flüssigkeit in dem Filtrum bis zu der Höhe der Oeffnung a gestiegen ist, wo dann der Zufluß von Wasser aufhört. Sinkt nun im Verlauf der Filtration dieses Niveau, so beginnt sogleich ein neuer Zufluß von Wasser, und stets bleibt das Filtrum bis zu derselben Höhe gefüllt.

361

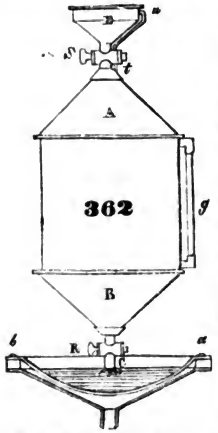


Filtrationen im Großen können mit einem ähnlichen selbstwirkenden Apparate, wie mit dem oben beschriebenen ausgeführt werden, nur daß keine Glasgefäße zulässig sind, und eine Einrichtung getroffen werden muß, die das Umwenden des Wasserbehälters entbehrlich macht. Von dieser Art ist der Apparat Fig. 362.

A, B ist der metallne, am besten kupferne, Behälter, dessen untere, zum Speisen des Filtrums a b bestimmte Ausflußröhre C mit einem Hahn R versehen ist. Die obere Röhre, die zum Füllen des Apparates dient, trägt zu oberst einen Trichter E, und ist unter demselben mit einem Hahn S versehen, der zwei Bohrungen enthält, deren eine größere mit dem Trichter kommunizirt, während die andere kleinere zum Absperren und Oeffnen einer Seitenröhre t u dient, welche von dem oberen Ende des Behälters ausgeht, und bei u in den Trichter eintritt. Soll der Behälter gefüllt werden, so verschließt man den unteren Hahn R, öffnet den

Digitized by Google

oberen S, und läßt in den Trichter und somit in den Behälter die zu filtrirende Flüssigkeit einfließen, während zugleich die in ihm eingeschlossene Luft durch die Seitenröhre t u entweicht. Ist der Behälter gefüllt, so schließt man den oberen, öffnet dagegen den unteren Hahn, worauf dann soviel der Flüssigkeit ausfließt, bis das Niveau die Ausflußöffnung bedeckt, und den Eintritt der Luft in dieselbe unterbricht. g ist eine Glasröhre (sogenannter Wasserstand), um das Niveau der Flüssigkeit innerhalb des Behälters beobachten zu können.



Eine andere Einrichtung zum Selbstfüllen der Filtra, die inzwischen nur da Anwendung finden kann, wo eine ganz klare Flüssigkeit aufzugeben ist, ist die mit einem Schwimmer, welcher auf der Flüssigkeit in dem Filtrum schwimmt, und beim Sinken einen Hahn öffnet, wodurch neuer Zufluß eintritt, bis der Schwimmer beim allmähligen Steigen den Hahn wieder verschließt. Flüssigkeiten, die einen Niederschlag enthalten, können aus dem Grunde mittelst eines solchen Apparates nicht filtrirt werden, weil der Niederschlag sehr bald den Hahn verstopfen würde. Anwendungen solcher Schwimmervorrichtungen werden im Folgenden noch zur Sprache kommen.

Die Geschwindigkeit, mit welcher eine Filtration von Statten geht, hängt ab 1. von der Porosität des Filtrums, 2. von der Beschaffenheit des Niederschlages, 3. von dem Druck, welcher die Flüssigkeit durch die Poren des Filtrums treibt, 4. von der Temperatur, 5. von der Größe der filtrirenden Oberfläche.

Die Porosität des Filtrums muß sich nach dem Niederschlage richten; je feiner derselbe, um so feiner muß, im Allgemeinen, die Substanz des Filtrums sein, wobei zu berücksichtigen ist, daß Niederschläge von faseriger, flockiger Beschaffenheit sich leicht zu einem filzartigen Ueberzuge auf der inneren Oberfläche des Filtrums vereinigen, und daher selbst bei einer sehr porösen Beschaffenheit des Letzteren, sehr klar filtriren.

Die Natur des Niederschlages ist von dem größten Einfluß auf die Schnelligkeit der Filtration. Grobkörnige, sandige Niederschläge filtriren am besten; nächst diesen folgen die fasrigen und flockigen, auf diese folgen die feinkörnigen, und am schlimmsten von allen sind schleimig-voluminöse Niederschläge zu filtriren, daher man denn, zumal bei Arbeiten im Großen, sich bemühen muß, den Niederschlägen eine geeignete körnige oder flockige Beschaffenheit zu ertheilen, sofern nicht etwa die Bestimmung derselben eine andere Beschaffenheit vorschreibt.

Druck ist ein ungemein kräftiges Beförderungsmittel der Filtrationen, und kann entweder durch Anbringung eines künstlichen Druckes auf die Oberfläche der Flüssigkeit, oder auch durch Aufhebung des atmosphärischen Druckes unter dem Filtrum hervorgebracht werden. Ersterer, und zwar am bequemsten ein hydrostatischer Druck, ist dadurch zu bewirken, daß man entweder dem Filtrum eine beträchtliche Tiefe gibt, oder, daß man den Raum über dem Filtrum nach allen Seiten hin dicht verschließt, und mit einer aufsteigenden Röhre in Verbindung setzt, und diese mit Wasser oder der zu filtrirenden Flüssigkeit gefüllt erhält.

Eine große Unbequemlichkeit dieses Verfahrens liegt darin, daß der Niederschlag während der Filtration und der Auswaschung völlig unzugänglich bleibt, sich also durchaus nicht nachsehen und aufrühren läßt, und daß auch das jedesmalige Oeffnen und Wiederverschließen des Apparates zwischen zwei Filtrationen zu mühsam ist.

Digitized by Google

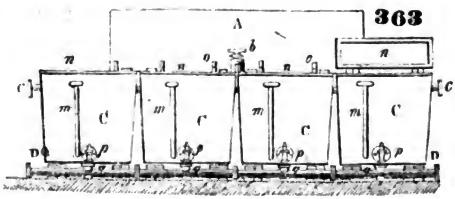
Die zweite Methode dagegen: den atmosphärischen Druck unterhalb des Filtrums aufzuheben oder zu vermindern, ist zwar von der zuletzt erwähnten Unbequemlichkeit frei, aber die Erzeugung eines luftleeren Raumes verursacht nicht unbedeutende Schwierigkeiten. Eine Luftpumpe ist hiezu am zweckmäßigsten, besonders wenn eine Dampfmaschine oder sonstige Triebkraft vorhanden ist, welcher man den Betrieb der Luftpumpe als Nebengeschäft übergeben kann. Statt der Luftpumpe kann auch Wasserdampf zur Erzeugung eines luftverdünnten Raumes in Anwendung gebracht werden, wie in dem Artikel „Abdampfen" gezeigt ist; da sich aber aus der durchfiltrirenden Flüssigkeit stets etwas Luft entwickelt, und die bezweckte Luftleere aufhebt, so muß das Hindurchleiten von Dampf durch den Apparat sehr häufig wiederholt werden, woraus sich Kosten, Mühe und Zeitverlust ergeben. Kurz, so zweckmäßig auch die Filtration bei hydrostatischem Druck oder mit luftleerem Raume auf den ersten Blick erscheinen mag, so ist sie doch zu Anwendungen im Großen wenig geeignet.

Daß bei allen Filtrationen mit Druck das Filtrum die nöthige Festigkeit besitzen müsse, um unter dem Drucke nicht zu zerreißen, bedarf nicht der Erwähnung. Bei manchen Niederschlägen ferner, namentlich bei schleimigflockigen, ist Anwendung von Druck nicht immer zweckmäßig, indem sich der Niederschlag gerade durch die Gewaltsamkeit des Druckes auf der Oberfläche des Filtrums zu einer fast undurchdringlichen Kruste vereinigen kann.

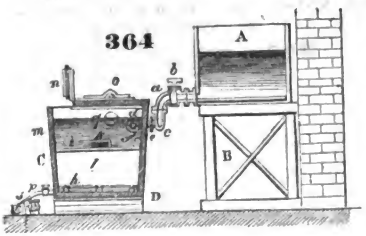
Mit der Größe der filtrirenden Fläche steht im Allgemeinen die Schnelligkeit der Filtration in geradem Verhältniß; es würde daher immer zweckmäßig sein, sehr große Filtrirvorrichtungen anzuwenden, wenn nicht auf der anderen Seite der Nachtheil daraus erwüchse, daß solche große Filtra eine weit größere Menge Wasser zum vollständigen Aussüßen erfordern, und daß der über eine sehr große Fläche ausgebreitete Niederschlag kaum ohne erheblichen Verlust sich sammeln läßt. Gerade aus diesen Rücksichten ist es im Allgemeinen Regel, möglichst kleine Filtra in Anwendung zu bringen.

Zweck der Filtrationen ist nicht gerade immer, eine Flüssigkeit von einem darin enthaltnen fein zertheilten festen Körper zu trennen; es kommt auch in einzelnen Fällen die Absicht dabei vor, die Substanz des Filtrums chemisch auf die Flüssigkeit einwirken zu lassen; so z. B. bei der Salmiakfabrikation, wo man die rohe Lauge von kohlensaurem Ammoniak durch pulverisirten Gyps filtrirt, um eine gegenseitige Zersetzung zu kohlensaurem Kalk und schwefelsaurem Ammoniak zu erzielen, ferner die Filtration gefärbter oder riechender Stoffe durch Kohlenpulver, um sie zu entfärben oder geruchlos zu machen. Hieher gehört die Entfuselung des Branntweins mittelst einer Filtration durch Holzkohle, dann die Klärung und Entfärbung des eingekochten Runkelrübensaftes. Bei der großen Wichtigkeit dieser Operation für die Darstellung des Rübenzuckers darf die Beschreibung des Dumontschen Kohlenfiltrums, welches gegenwärtig so allgemein in Gebrauch gekommen ist, nicht übergangen werden. M. s. Fig. 363 und 364, deren erstere diesen Apparat in der Vorderansicht, die letztere ihn im Querschnitt darstellt.

363



Digitized by Google



Die Cisterne A, aus welcher der Saft in die Filtra einfließt, ruhet auf einem Gerüste B; durch den Hahn b und die Verbindungsröhre a gelangt der Saft in eine lange horizontale Röhre e e, die wiederum durch die kurzen Ansätze e e mit den Filtern kommunizirt. Diese Ansatzröhren sind mit Hähnen d f versehen, die mittelst der Schwimmer g, je nach der Höhe des Niveau der Flüssigkeit, geöffnet oder zugedreht werden. Die Einrichtung der Filtra c selbst, die auf einer hölzernen Unterlage D stehn, ist folgende:

Es sind viereckige, wenig verjüngt zulaufende hölzerne Kasten, die einen falschen Boden h, aus einer zinkenen, oder kupfernen, vielfach durchlöcherten Platte bestehend, enthalten. In einiger Entfernung über demselben, bei i befindet sich eine ähnliche, mit einem starken Handgriff k versehene ebenfalls durchlöcherte Platte, die zum Aus- und Einfüllen der Kohle dient. Der Raum l zwischen beiden wird mit gröblich zerkleinter Beinkohle, etwa in der Größe von mittleren Schießpulverkörnern, angefüllt. Die Filtra sind mit Deckeln o geschlossen, welche an der Vorderseite die Klappen n enthalten, wodurch man im Stande ist, die Höhe der Flüssigkeit zu beobachten, ohne den ganzen Deckel zu öffnen. m, m, m (Fig. 363) sind vertikale Röhren, die von dem untersten Raume der Filtra ausgehen, und nahe unter dem oberen Rande wieder in sie einmünden, und die dazu bestimmt sind, zu Anfang der Filtration der Luft im unteren Theile des Apparates und zwischen den Kohlen freien Abzug zu gestatten, weil sich sonst diese Luft dem Herabsinken des Syrups entgegen setzen würde. p, p sind Hähne, durch welche von Zeit zu Zeit der geklärte Saft in eine gemeinschaftliche Röhre q abgelassen wird. Da nun aber der Zuckersaft, zumal zu Anfang der Filtration, etwas Kohlenstaub mit sich führt, und trübe abläuft, so ist eine Rinne r vor der Röhre q, und zwar mit dieser parallel angebracht, in welche der trübe Saft mittelst kurzer Röhren s so lange geleitet wird, bis er völlig klar fließt, wo man ihn dann in die Röhre q gelangen läßt. Der trübe Saft wird dann auf das Filtrum zurückgegeben.

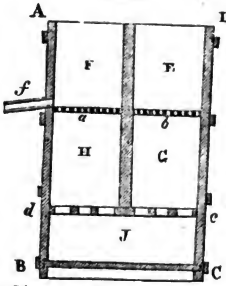
Von besonderer Wichtigkeit fürs gemeine Leben ist das Filtriren des Wassers durch Kohle, um es zu klären und zugleich völlig geruchlos zu machen. Bei den hiezu dienenden Vorrichtungen wird sehr häufig das Wasser von unten in aufwärtssteigender Bewegung durch das Filtrum getrieben, ein Prinzip, das in mehreren Beziehungen Vortheile darbietet; indem es einentheils ohne erhebliche Kosten und Schwierigkeiten die Anwendung eines bedeutenden hydrostatischen Druckes gestattet, anderntheils aber auch eine vollkommnere Wirkung macht, weil die in der Flüssigkeit suspendirten schweren Theilchen herabzusinken, mithin eine Bewegung anzunehmen, trachten, welche der aufwärtssteigenden Bewegung der Flüssigkeit entgegengesetzt ist, während bei der gewöhnlichen abwärtsgehenden Filtration der Niederschlag in Folge seiner Schwere gemeinschaftlich mit der Flüssigkeit herabzusinken strebt.

Ein Wasserreinigungsapparat von dieser Art ist in Fig. 365 abgebildet. Er besteht in einem konischen Fasse, das bei c, c mit zwei durchlöcherten Böden versehen ist, zwischen welche die filtrirenden Sand- und Kohlenschichten eingelegt werden. Ein dritter, fest anschließender Boden befindet sich in d, ist in der Mitte durchbohrt, und stellt mittelst der Röhre d b die nöthige Kommunikation zwischen dem oberen und dem untersten Raume a her. Der Zwischenraum zwischen den beiden Böden c wird

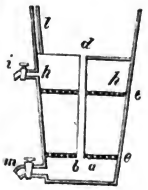
Digitized by Google

zu unterst mit einer Lage gröberer Kieselsteine, darauf mit einer Lage Grand, über diesem mit einem Gemeng von feinem Sand und gröblich pulverisirter Beinkohle und endlich mit einer Schicht reiner Beinkohle gefüllt. Die Wirkung ist leicht verständlich; das unreine Wasser wird in den oberen Raum geschüttet, gelangt von hier in den unteren Raum a, und dringt nun, durch hydrostatischen Druck aufwärts getrieben, durch die Sand- und Kohlenschichte, um sich in dem Raume h h anzusammeln, aus welchem es durch den Hahn i abgelassen werden kann. Eine Röhre l ist dazu bestimmt, der Luft freien Abzug zu verschaffen. Da sich bei längerem Gebrauch des Apparates in dem unteren Raume b ein beträchtlicher Bodensatz bildet, durch welchen dieser Raum ganz verstopft werden könnte, so ist ein Hahn m vorhanden, um von Zeit zu Zeit die nöthige Reinigung mittelst eines rasch hindurch gelassenen Wasserstromes zu gestatten.

366



365

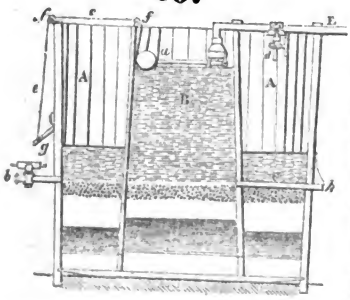


Eine ähnliche Vorrichtung, bei welcher das Wasser zuerst abwärts, dann aufwärts filtrirt, zeigt Fig. 366.

A, B, C, D ist ein hölzerner oder metallener Behälter, der einen durchlöcherten Boden d e enthält, und über demselben durch eine vertikale Scheidewand in zwei gleiche halbzylindrische Räume getheilt ist. Jeder dieser beiden Räume enthält etwa in seiner halben Höhe einen durchlöcherten Boden, resp. a und b, die auf vorspringenden Rändern ruhen und leicht ausgehoben werden können. Der Raum G wird mit grobem, J mit mittelfeinem, und H mit ganz feinem Sand oder auch mit Kohlenpulver angefüllt. Das Wasser wird in E eingegossen, filtrirt successive durch die drei Räume G, J, H und sammelt sich endlich in dem Raume F, um von hier durch die Röhre f abzufließen.

Eine dritte, eigentlich nur in der Form der verschiedenen Abtheilungen von der letztbeschriebenen abweichende Filtrirvorrichtung ist von Zeni angegeben. M. s. Fig. 367.

367



Er besteht in einem äußeren und einem inneren Behälter, deren letzterer für die abwärtsgehende Filtration bestimmt ist, während in dem ringförmigen Zwischenraum beider das Wasser aufwärts filtrirt. Die Kommunikation zwischen beiden Räumen ist durch mehrere Oeffnungen in dem inneren Behälter unmittelbar über dem unteren Boden hergestellt. Beide Behälter werden zu unterst mit feinem Sand, darüber mit etwas gröberem Sand und Kohlenpulver, darüber mit grobem Sand und endlich mit einer Schichte Grand bis zu der angedeuteten Höhe gefüllt. Läßt man nun das unreine Wasser in den inneren Raum B einfließen, so filtrirt es erst abwärts, gelangt durch die

Digitized by Google

unteren Oeffnungen in den äußeren Raum, steigt hier durch die Sand- und Grandschichten aufwärts, und sammelt sich gereinigt in dem Raume A, A an, aus welchem es mittelst des Hahnes b abgelassen werden kann. Die Speisung des Apparates mit neuem Wasser erfolgt durch eine Röhre E, deren Mündung mit einem Ventile versehen ist, das durch den Schwimmer a nach Erforderniß geöffnet oder verschlossen wird. Wenn sich nach einigem Gebrauch die innere Grandlage mit Schlamm bedeckt hat, so reinigt man sie dadurch, daß man auf kurze Zeit die Filtration in entgegengesetzter Richtung vor sich gehn läßt. Zu diesem Ende schließt man zuvörderst das Ventil, indem man den Schwimmer mittelst einer Schnur e, die über zwei Rollen f f läuft, und deren Ende an einen kleinen Hebel g gebunden ist, in die Höhe zieht, und in dieser Lage befestigt. Man öffnet nun den Hahn d, um das Wasser in den äußeren Raum einfließen zu lassen, so wie auch die von dem inneren Raume nahe über der Grandschichte ausgehende Röhre c durch Ausziehen eines Stöpsels h. Es ist übrigens einleuchtend, daß, wenn nicht nur unklares, sondern auch riechendes oder gefärbtes Wasser durch diesen Apparat verbessert werden soll, dann ein bloßes Ausspülen der filtrirenden Schichten durch eine Filtration in umgekehrter Richtung, nicht hinreicht, sondern daß in diesem Falle die Kohlenlage von Zeit zu Zeit durch frische Kohlen ersetzt werden muß. In kleinem Maßstabe kann dieser Apparat recht gut in Steingut ausgeführt werden.

An keinem Orte wohl wird die Wasserreinigung mehr im Großen betrieben, als in Paris, wo das fast ungenießbare Seinewasser in so hohem Grade gereinigt wird, daß es selbst als Trinkwasser vollkommen brauchbar ist. Das Verfahren besteht im Allgemeinen darin, daß man das rohe Wasser zuvörderst in sehr großen Kübeln mehrere Tage ganz ruhig stehen läßt, damit es den größten Theil der darin suspendirten erdigen Theile absetze, worauf es dann durch flache viereckige, kastenförmige Filtra, die mit einer Grand-, Sand-, Kohlen-, und zu oberst wieder mit einer Sandschichte gefüllt sind, und auf welche das Wasser durch einen vor die Mündung des Zuflußrohres gelegten Schwamm ausfließt, hindurchfiltrirt, und sich in großen Reservoirs ansammelt.

Zum Schluß dieses Artikels mag noch ein ganz kompendiöser, in Prechtls Encyclopädie beschriebener Apparat zum Filtriren von Oel erwähnt werden. (M. s. Fig. 368.)

Das zu filtrirende Oel befindet sich in dem Fasse g, in welches nahe über dem unteren Boden die mit einem Hahn versehene Seitenröhre a a einmündet, welche mit dem Wasserbehälter n kommunizirt. Das Filtrum k steht auf dem oberen Faßboden und enthält bei e und d durchlöcherte Böden, durch welche es in drei Abtheilungen getheilt wird. Die unterste derselben steht durch ein kurzes knieförmig gebogenes und mit einem Hahn versehenes Rohr b mit dem Oelfasse in Verbindung, während der mittlere c mit gröblich pulverisirter Kohle, mit Baumwolle, Filz, oder sonst einer angemessenen Substanz gefüllt wird. Die obere Abtheilung dient zum Ansammeln des filtrirenden Oeles und enthält den Hahn l zum Abziehen desselben. Ist das Faß mit Oel, die Cisterne n mit Wasser gefüllt, so öffnet man die Röhren a und b, das Wasser tritt nun in das Faß, nimmt aber in demselben seiner Schwere wegen den unteren Raum ein, während das Oel durch die Röhre b in das Filtrum steigt, und durch den hydrostatischen Druck der in der Röhre a enthaltnen Wassersäule mit Gewalt durch die filtrirende Substanz hindurchgetrieben wird.

Wenn sich nach fortgesetzter Arbeit in dem unteren Raume des Filtrums ein schlammiger Absatz aus dem Oele ansammelt, so läßt man

Digitized by Google

diesen durch den Hahn k ab. Auf diese Art hat man es in seiner Gewalt, das klare Oel von dem schleimigen Bodensatze schnell zu befreien, während bei einer abwärtsgehenden Filtration der Satz das Filtrum baldigst verschleimt, und eine häufige Auswechslung erfordert. —

Filzen. (Felting, Feutrage.) Die Operation, durch welche man Wolle und andere Haare, wie z. B. die vom Biber, Kaninchen, Hasen u. a. durch Klopfen, Drücken, Reiben, Bürsten oder ähnliche mechanische Bearbeitung dergestalt zusammenschiebt und in einander wirrt, daß sie einen fest zusammenhängenden Stoff darstellen. Besonders wichtige Anwendung findet das Filzen bei der Hutmacherei. Man fängt hier damit an, die verschiedenen Haare in dem verlangten Mengenverhältniß zu mischen, worauf dann das Fachen folgt. Dieses besteht darin, die Haare mittelst einer, in einem hölzernen Boden ausgespannten Darmsaite in die Luft zu schnellen, so daß sie beim Herabfallen auf einen Tisch sich in allen möglichen Richtungen kreuzen, und so eine ganz lockere Lage bilden. Diese schlägt nunmehr der Arbeiter, nachdem er sie vorläufig mit einem Siebe zusammengedrückt und verdichtet hat, in ein Stück dicker, feuchter Leinwand, drückt mit den Händen darauf und sucht durch Hin- und Herschieben nach allen Richtungen die Filzung zu bewirken. Zu Anfang darf hiebei nur leise gedrückt werden, in dem Maße aber, wie die Haare sich inniger filzen, muß auch der Druck zunehmen. Die völlige Dichtigkeit erlangt indessen der Filz erst durch das Walken. (s. Hutmacherei.)

Fingerhut. (Thimble, Dé à coudre.) Diese allgemein bekannten Nähwerkzeuge werden sehr gewöhnlich aus Metall (Eisen, Messing, Silber), aber auch aus Elfenbein, Knochen, Perlmutter und anderen Materialien angefertigt.

Messingene Fingerhüte werden gegossen und nachher abgedreht oder aus Blech gestampft; silberne gewöhnlich auf die letztere Weise verfertigt; knocherne und ähnliche auf der Drehbank erzeugt. Nur die Fabrikation der eisernen Fingerhüte nach dem Verfahren von Rouy und Berthier dürfte, da sie einige Eigenthümlichkeiten darbietet, eine kurze Beschreibung verdienen.

Sie nehmen dazu Eisenblech von etwa $^1/_{20}$ Zoll Dicke, zerschneiden es in Streifen von angemessener Breite und bringen diese unter einen Durchschnitt, welcher sie zu Scheiben von 2 Zoll Durchmesser ausschlägt, deren je 12 vorläufig noch durch schmale Streifen verbunden bleiben. Ein Kind bringt diese Scheiben zum Glühen, und legt sie auf eine stählerne, mit Höhlungen von mehr und mehr zunehmender Tiefe versehene Stanze, worauf der Arbeiter mit dem flachesten Loche den Anfang macht, eine Scheibe darauf legt, und sie mittelst eines gerundeten Stempels eintreibt, sie dann in dem nächsttieferen Loche bearbeitet, u. s. f., bis der Fingerhut in dem letzten Loche seine richtige Tiefe und Gestalt angenommen hat. Ein zweiter Arbeiter nimmt nun einen solchen rohen Fingerhut, befestigt ihn in einem Futter seiner Drehbank, dreht ihn inwendig aus, steckt ihn hierauf auf einen Dorn von angemessener Dicke, und dreht ihn auch äußerlich ab. In der Nähe des Randes wird bei feineren Fingerhüten, die Vergoldung erhalten sollen, eine schmale vertiefte Ruth eingedreht. Jetzt folgt die Herstellung der kleinen Grübchen oder Vertiefungen auf der Oberfläche des Fingerhutes, welche beim Gebrauche die Nadel am Abgleiten hindern müssen. Diese Löcher einzeln einzubohren oder einzuschlagen, würde großen Zeitaufwand veranlassen; man bedient sich daher eines sogenannten Rändelrädchens dazu, nämlich eines kleinen, auf einer Achse umlaufenden stählernen Rades, auf dessen Peripherie zwei oder noch mehre Reihen vorspringender kurzer Spitzen sich befinden. Wird ein solches Rad, das sich an dem vorderen Ende eines Stieles befindet, mit einiger Kraft gegen die Außenseite des auf der Drehbank sitzenden und umlaufenden Fingerhutes gedrückt, so geräth es selbst in Drehung, die Spitzen greifen in den Fingerhut ein, und

Digitized by Google

bilden so nach einer Zahl von Umläufen die Löcher in der verlangten Tiefe aus. Auf ähnliche Art, jedoch mit einem etwas abweichend konstruirten Rändelrade, werden auch die Löcher auf der vorderen Wölbung des Fingerhutes hervorgebracht. Soll eine Vergoldung angebracht werden, so wird der soweit fertige Fingerhut ausgeglüht, blank geschwuert, und innerlich mit einem äußerst dünnen kegelförmigen Goldbleche belegt, welches nur durch Druck, nämlich durch gewaltsammes Eintreiben eines stählernen Stempels, befestigt wird. Zuletzt wird auch in die oben erwähnte Nuth am Rande ein Golddraht eingelegt, und durch Eindrücken auf der Drehbank darin befestigt.

Firniß. (Varnish, Vernis.) Man versteht unter diesem Namen eine Auflösung eines, oder häufig mehrerer Harze in einem geeigneten Menstruum, die man auf die Oberfläche von Holz, Metallen, und tausend anderen Materialien in einer dünnen Lage aufträgt und welche nach der Verdunstung des Auflösungsmittels zu einem harten, glänzenden Ueberzuge austrocknet, welcher den gefirnißten Gegenstand vor Feuchtigkeit und Einwirkung der Luft schützt, und ihm zugleich als eine der schönsten Verzierungen dient.

Als Auflösungsmittel dienen vornehmlich Weingeist und Terpenthinöl; wendet man trocknende fette Oele, namentlich Leinöl dazu an, so erhält der Firniß den Namen Lackfirniß. Ja auch ohne allen Harzzusatz durch bloßes anhaltendes Erhitzen des Oels für sich oder unter Zusatz von Bleiglätte wird der gewöhnliche Leinölfirniß bereitet, dessen Eintrocknen nicht durch Verflüchtigung eines Auflösungsmittels, sondern durch Verharzung in Folge einer Oxydation an der Luft, hervorgebracht wird.

Die Anfertigung von Weingeistfirnissen im Großen geschieht am besten in einer gewöhnlichen Destillirblase, die mit Helm- und Schlangenrohr versehen ist, um den während der Auflösung der Harze verdampfenden Alkohol wieder zu gewinnen. Die Blase wird am zweckmäßigsten nicht über freiem Feuer, sondern in einem Wasserbade erhitzt. Durch eine in der Mitte des Helmes befindliche Stopfbüchse geht eine Stange bis auf den Boden der Blase herab, und trägt hier ein Kreuz, um die Auflösung der Harze durch Röhren befördern zu können. Das obere Ende dieser Rührvorrichtung muß natürlich mit einer Kurbel versehen sein. Man steigert die Hitze zu Anfang bis zu dem Punkte, daß der Alkohol zum Sieden gelangt und überzudestilliren anfängt, worauf man dann die Temperatur ein wenig sinken läßt, und sie auf diesem Punkte erhält, bis das Harz in Auflösung übergegangen ist, was man daran erkennt, daß der Rührapparat beim Umdrehen durchaus keinen Widerstand mehr findet. Man zieht nun den Firniß ab, läßt ihn durch ein seidenes Sieb von angemessener Feinheit laufen, und filtrirt ihn endlich noch durch loses Fließpapier oder klärt ihn auch durch längeres Sedimentiren in steingutenen Krügen. Der überdestillirte Weingeist muß, wenn man beim Einfüllen der Materialien in die Blase nicht absichtlich einen kleinen Ueberschuß von Weingeist anwandte, nach beendigter Auflösung in die Blase zurückgegeben, und dem Firniß sorgfältig inkorporirt werden.

Die Zahl von Firnißrezepten, die bereits empfohlen worden sind, geht ins Unermeßliche; es mögen hier nur einige bewährte französische Vorschriften Platz finden.

Weißer Weingeistfirniß. 250 Sandarak, 64 Mastix in Thränen, 32 Elemi, 64 venetianischer Terpenthin, 1180 Weingeist von 85 Proz. Die Harze werden zuerst in dem Weingeist aufgelöst und dann erst der Terpenthin zugegeben. Dieser Firniß ist zwar sehr glänzend und farblos, aber nicht von der Härte, daß er polirt werden kann.

Firniß zu den hölzernen Spielzeugen: 75 Kopal, 12,5 Mastix, 6,5 venetianischer Terpenthin, 120 Alkohol von 95 Proz. Man trocknet zuvörderst den pulverisirten Kopal scharf aus, wodurch er in starkem Al-

Digitized by Google

kohol löslich wird, löst ihn nun in dem Alkohol, dem man vorher etwas Lavendelöl und Kampher zusetzt, seihet die Lösung durch Leinwand, und setzt nun den Mastir hinzu. Hat sich auch dieser aufgelöst, so bringt man den vorher geschmolzenen Terpenthin hinzu. Bei allen diesen Lösungen muß die Temperatur so niedrig wie irgend möglich gehalten werden, indem die Schönheit des Firnisses wesentlich hievon abhängt. Er ist sehr hell, trocknet leicht und kann mit Bimsstein geglättet und darauf polirt werden.

Firniß (so genannte Politur) für feinere Tischlerarbeiten. 750 möglichst heller Schellack, 64 Mastir in 1200 Alkohol von 90 Proz. gelöst. Die Lösung wird in der Kälte bewirkt, und nur durch häufiges Rühren befördert. Dieser Firniß ist ganz trübe, und wird auch stets in diesem Zustande, und ohne filtrirt zu werden, verwendet.

Firniß von Watin zur Hervorbringung einer Goldfarbe (s. g. Goldfirniß). 125 Körnerlack, 125 Gummigutt, 125 Drachenblut, 125 Orlean, 32 Safran. Das Körnerlack, Gummigut und der Safran werden in 2400 Alkohol von 90 Proz. aufgelöst, ebenso das Drachenblut und der Orlean jedes für sich in 1200 Alkohol derselben Stärke. Diese letzteren beiden Lösungen dienen nur dazu, dem Firniß die nöthige, mehr oder weniger dunkel goldgelbe Farbe zu ertheilen, und werden daher separat aufbewahrt, um nach Erforderniß in verschiedenem Verhältniß zugesetzt werden zu können.

Zum Uebertragen von Kupferstichen oder Lithographien auf Holz, dem sogenannten Abreiben, wird in Frankreich der folgende Firniß (mordant) gebraucht, der sich von anderen ähnlichen eigentlich nur durch einen größeren Gehalt an Terpenthin unterscheidet, wodurch er die zu seiner Benutzung nothwendige Klebrigkeit erhält. Er wird aus 250 Sandaraf, 64 Mastir in Thränen, 125 Fichtenharz (Galipot), 250 venetianischem Terpenthin und 1200 Alkohol zusammengesetzt.

Eine der neuesten und besten englischen Anleitungen zur Firnißbereitung ist die von J. Wilson Neil, welche in dem 49. Bd. der Transactions of the Society of arts abgedruckt ist. Die Darstellung des Oel- und Lackfirnisses, die in sehr großer Menge verbraucht werden, bildet den ersten und Hauptgegenstand dieser Abhandlung, aus welcher das Folgende entnommen ist.

Das Gebäude zum Firnißkochen muß der Feuersgefahr wegen ganz isolirt und an einem einsamen Orte liegen, und kann zu einer Fabrikation von 40000 Pfund jährlich etwa 18 Fuß Länge bei 16 Fuß Breite haben; vorausgesetzt, daß zur Aufbewahrung der Utensilien und des fertigen Firnisses, so wie der Materialien, noch besondere Lokalitäten vorhanden sind.

Der kupferne Kessel hat die Gestalt eines gewöhnlichen Waschkessels, von der Größe, daß er 500 bis 800 Pfund faßt. Beim Gebrauch stellt man ihn auf den Ofen und füllt ihn bis zu 5 Zoll vom oberen Rande mit Leinöl. Man zündet nun das Feuer darunter an, läßt die Temperatur des Oeles während der ersten 2 Stunden ganz langsam steigen, und treibt sie dann bis zum ganz gelinden Kochen oder Prasseln. Bildet sich hiebei Schaum auf der Oberfläche, so nimmt man ihn mit einem kupfernen Schaumlöffel ab. Das Oel wird so drei Stunden lang bei mäßigem Kochen erhalten, und nun in kleinen Portionen ½ Loth der besten gebrannten Magnesia auf jede 10 Pfund Oel zugesetzt, und gut eingerührt. Hierauf läßt man noch eine Stunde kochen, bedeckt dann den Kessel mit einem Deckel, um das Hineinfallen von Staub und Asche zu verhindern, zieht das Feuer aus dem Ofen und löscht es mit Wasser aus. Ist dies geschehen, so wird der Deckel wieder abgenommen und das Ganze bis zum nächsten Morgen ruhig stehen gelassen. Das Oel wird nun, noch warm, in tragbare kupferne Becken entweder gefüllt, oder durch eine

Digitized by Google

Röhre am Boden eingelassen, und nach einer zinnernen oder bleiernen Cisterne transportirt, um hier wenigstens drei Monate lang zum völligen Klären stehen zu bleiben. Hölzerne Cisternen sind hiezu schlechterdings unbrauchbar, weil sie das Oel, zumal im heißen Zustande, leicht hindurchlassen. Die Magnesia verbindet sich mit den schleimigen Theilen, und der etwa vorhandenen Säure, und schlägt sich damit allmählig nieder, während das Oel klar und durchsichtig, und zum Gebrauch vollkommen geeignet, darüber steht. Beim nachherigen Abziehen des Oeles ist es sehr wesentlich, es nicht im Geringsten aufzurühren, um den Bodensatz, der höchstens zu schwarzen Lakirungen gebraucht werden kann, von dem klaren Oele getrennt zu erhalten.

Bereitung des Kopallackes, welcher zum Lakiren der Wagen und anderer Gegenstände so allgemeine Anwendung findet. Man bedarf hiezu zweier Kessel von angemessener Größe, deren einer zum Kochen des Leinöles, der andere zum Schmelzen des Kopales dient. Man bringt zuerst den Oelkessel mit z. B. 80 Pfund Leinol auf seinen Ofen und macht Feuer darunter an. Während sich das Oel allmählig erwärmt, wägt man den erforderlichen Kopal in gleichen Portionen zu je 8 Pfund ab, gibt dann eine davon in den Kopaltopf und macht Feuer darunter an. In Zeit von 3 Minuten, wenn anders das Feuer lebhaft brennt, fängt der Kopal zu schmelzen und zu rauchen an. Man rührt ihn nun beständig um, und sucht die Stücke so viel wie möglich zu zerkleinern. Zum Schmelzen von 8 Pfund Kopal sind durchschnittlich etwa 15 bis 20 Minuten erforderlich, wo er dann wie klares Oel fließt; doch richtet sich die Zeit sehr nach der Lebhaftigkeit des Feuers, und der Geschicklichkeit, mit welcher der Arbeiter den ganzen Prozeß zu leiten versteht. Während der ersten 12 Minuten, nachdem der Kopal zu schmelzen angefangen hat, muß ein zur Beaufsichtigung des Oeles angestellter Gehülfe mit dem Erwärmen desselben soweit vorgerückt sein, daß es gelinde zu kochen anfängt, denn es ist zum Gelingen des Firnisses sehr wesentlich, daß Oel und Harz beim Vermischen genau die richtige Temperatur haben. Zeigt nun das Oel durch das anfangende Aufwallen die richtige Temperatur an, so fassen beide Leute den Oelkessel an den Handhaben, heben ihn gerade in die Höhe, und setzen ihn auf eine Schichte Asche. Der Arbeiter wendet sich nun sofort wieder nach dem Kopaltopf, während der Gehülfe drei kupferne Löffel voll (etwa 15 Pfund) des gekochten Oeles in ein Gießbecken füllt, und dieses, um es warm zu halten, auf den Ofen neben dem Kopaltopf aufstellt. Wenn nun der Kopal so weit geschmolzen ist, daß die vollständige Schmelzung in wenigen Minuten bevorsteht, so gibt er dem Gehülfen ein Zeichen, der alsdann das Gießbecken mit beiden Händen, die eine unter dem Boden, die andere an dem Handgriff, ergreift, den Ausguß über den Rand des Kopaltopfes legt, und wartet, bis der Andere durch den Ruf „Oel“! ihm einzugießen befiehlt. Die 15 Pfund Oel des Gießbeckens werden nun unter stetem Umrühren zu dem geschmolzenen Kopal gegeben, der Topf aber noch auf dem Feuer gelassen, bis die Mischung ganz vollständig erfolgt ist, und ein Tropfen auf eine Glasplatte gebracht, ganz klar erscheint. Ist dieser Punkt erreicht, so hebt man den Topf vom Feuer und stellt ihn vorläufig auf eine gemauerte Bühne, während der Gehülfe wiederum drei Löffel voll Oel (15 Pfund) aus dem Oelkessel in das Gießbecken, und ebensoviel zu einer dritten Kopalschmelzung in ein zweites Becken füllt, so daß, nach dem dreimaligen Ausfüllen von 15 Pfund, in dem Oelkessel von den anfänglichen 80 Pfund nur noch 35 zurückbleiben. Der Arbeiter ergreift nun den Kopaltopf mit der Mischung der 8 Pfund Kopal und der ersten 15 Pfund Oel, legt den Rand desselben über den des Oelkessels, und läßt den Inhalt zu jenen 35 Pfund Oel hinzufließen; um den Inhalt völlig ausfließen zu lassen, wendet er ihn zuletzt völlig um und hält ihn so etwa eine Minute lang. Während dieser Operation muß der Gehülfe mit einem starken höl-

Digitized by Google

zernen Deckel in Bereitschaft stehen, um, falls das Oel während dem Eingießen des Kopals Feuer fangen sollte, den Kessel sofort zu bedecken. Wenn nur der Kopaltopf im Inneren zu brennen anfängt, so hat dies weniger zu bedeuten, weil die Flamme von selber wieder verlöscht, wenn man nur den Topf fortwährend in der umgekehrten Stellung erhält. Brennt aber das Oel im Kessel, so kann dieß nur durch festes Auflegen des Deckels ausgelöscht werden.

Gleich nachdem der Kopaltopf entleert ist, gibt der Arbeiter 5 Pfund Terpenthinöl hinzu und wäscht mittelst eines Läppchens die Wände des Topfes so rein wie möglich, und gießt das Oel in eine zinnerne Schale, um es später noch zu benutzen; mit einem anderen Läppchen trocknet er den Topf vollständig ab, gibt wieder 8 Pfund Kopal hinein, um ihn wieder zum Schmelzen zu bringen; ihn dann mit 15 Pfund Oel zu mischen, die Mischung in den Oelkessel zu geben, und endlich noch zum drittenmale 8 Pfund Kopal auf die nämliche Art zuzubringen. Man hat nun also eine Auflösung von 24 Pfund Kopal in 80 Pfund Leinöl. Diese wird in dem Oelkessel wieder zu Feuer gebracht und so stark erhitzt, daß sich die Oberfläche mit einem Schaume bedeckt, der plötzlich zu steigen beginnt. Ist dieser bis zu den Nieten der Handgriffe gestiegen, so wird der Kessel rasch vom Ofen abgehoben und auf die Asche gestellt, und nun die benöthigte Bleiglätte, falls solche angewandt werden soll, langsam und in kleinen Portionen eingerührt. Ist der Schaum gesunken, so bringt man den Kessel wieder auf das Feuer, setzt die noch vorhandene Bleiglätte allmählig hinzu und hebt jedesmal, wenn der Schaum bis an den Rand zu steigen droht, den Kessel vom Feuer. Im Allgemeinen kann man annehmen, daß, wenn das Feuer in gutem Gange ist, die zum Kochen nöthige Zeit von dem dritten und letzten Kopalzusatz an gerechnet, etwa 3½ bis 4 Stunden beträgt. Indessen darf sich zumal ein Anfänger keineswegs nach der Zeit richten, da diese nach dem Wetter, der Beschaffenheit des Oeles, des Kopales und der Glätte, so wie nach der größeren oder geringeren Lebhaftigkeit des Feuers sich richten muß. Wenn daher das Kochen etwa 3 Stunden fortgesetzt ist, nimmt man eine Probe, und läßt sie auf eine Glasplatte tropfen. Zeigt diese beim Erkalten eine ziemlich feste und fadenziehende Konsistenz, so ist die Kochung beendigt, der Kessel wird nun vom Feuer genommen, und der Inhalt so lange gerührt, bis er hinlänglich abgekühlt ist, um den letzten Zusatz, nämlich das Terpenthinöl zu erhalten. Die zu diesem Abkühlen nöthige Zeit richtet sich gleichfalls nach Umständen; im Winter reicht eine halbe Stunde hin, im Sommer oft kaum eine ganze.

Der Zusatz des Terpenthinöls muß unter stetem Umrühren gegeben werden; die Menge hängt wiederum von Umständen ab. War der Kopal sehr gut, und ist die Schmelzung vollständig und richtig von Statten gegangen, so verträgt der Firniß wohl 150 Pfund Terpenthinöl; im entgegengesetzten Fall muß der Zusatz auf 120 Pfund, ja selbst noch weniger beschränkt werden. Es müssen daher von Zeit zu Zeit Proben gemacht werden, die darin bestehn, daß man eine flache Schale nimmt, und eine Portion Firniß hineingießt. Wenn dieser erkaltet ist, so erkennt man leicht an seiner Konsistenz, ob er eines ferneren Zusatzes von Terpenthinöl bedarf oder nicht.

Die Mischung von Firniß und Terpenthinöl kann begreiflicher Weise nicht in dem Siedekessel geschehen, indem dieser nicht geräumig genug dazu ist, sondern es muß ein besonderer Kessel dazu vorhanden sein, in welchen man zuerst den Firniß füllt, und dann das Terpenthinöl hinzugibt.

Schließlich wird der Siedekessel zuerst mit dem Terpenthinöl, welches zum Ausspülen des Kopaltopfes diente, sorgfältig ausgewischt, hierauf mit einem wollenen, in Bimssteinpulver getauchten Läppchen blank gescheuert. Auf dieselbe Art werden alle übrigen gebrauchten Apparate und Werkzeuge geputzt, dann noch mit reinem Terpenthinöl nachgespült, und endlich mit reinen Läppchen vollständig getrocknet.

Digitized by Google

Das hier beschriebene Verfahren kann, mit Ausnahme der durch Abweichungen in dem quantitativen Verhältniß der Materialien bedingten Modifikationen, bei der Anfertigung von Kopallack stets in Ausübung gebracht werden.

Sehr wichtig ist die Auswahl des Leinöles. Am besten ist das Oel von gutem, ausgewachsenen, reifen Samen. Dieses muß, in einem Glaskölbchen betrachtet, völlig klar, und glänzend, dabei von recht hellgelber Farbe sein. Es muß einen milden, süßlichen Geschmack und wenig Geruch besitzen, nach dem Kochen und Klären schnell und fest eintrocknen, und einen nur wenig gefärbten Firniß liefern.

Es folgen hier mehrere Rezepte zu Kopallack, behufs verschiedener Zwecke:

1. Kopallack zu feinen Gemälden. Man schmilzt 8 Pfund des reinsten, hellsten afrikanischen Kopals, und setzt, wenn er völlig flüssig ist, 20 Pfund heißes Leinöl dazu, läßt die Mischung kochen, bis sie sich sehr stark fadenziehend zeigt, stellt sie nur kurze Zeit zum Abkühlen hin, und setzt nun 30 Pfund sehr reines Terpenthinöl hinzu. Ein guter Theil des Oeles verdämpft zwar bei dem Vermischen mit dem heißen Firniß, allein der Firniß wird um so klarer und flüssiger, bearbeitet sich weit schöner, trocknet schneller, und wird um so härter und dauerhafter, je heißer er beim Zusatz des Terpenthinöles war. Wenn der Firniß nach dem Filtriren sich noch zu dick zeigt, so kann man ihn noch mit heißem Terpenthinöl bis zu der angemessenen Konsistenz verdünnen.

2. Sehr schnell trocknender Kopallack. 7 Pfund des besten afrikanischen Kopals werden geschmolzen, und mit 5 Pfund sehr hellem gereinigtem Oel gemischt. Schon drei oder vier Minuten später wird diese Mischung des geringen Oelgehaltes wegen fadenziehend. Man transportirt sie dann an einen Ort, wo sich gar kein Feuer befindet und rührt hier 30 Pfund Terpenthinöl ein, filtrirt noch heiß, und bewahrt zum Gebrauche auf. Wenn dieser Firniß richtig beschaffen ist, so trocknet er in 10 Minuten, ist er aber stark gekocht, so mischt er sich durchaus gar nicht mit dem Terpenthinöl. Zuweilen mischt er sich ganz gut mit demselben, läßt sich aber doch nicht mit anderem, weniger gekochtem Firniß vermischen. Es gehört daher sehr viel Uebung und Genauigkeit dazu, diesen Firniß gut zu bereiten.

3. Feinster Kopallack, zum Lakiren derjenigen Theile an Wägen, die die höchste Politur verlangen. 8 Pfund bester Kopal werden geschmolzen und mit 20 Pfund sehr klarem, abgelagerten Oel gemischt, dann bei gelinder Hitze vier bis fünf Stunden gekocht, bis er stark Faden zieht; hierauf mit 35 Pfund Terpenthinöl gemischt, geseihet und zum Gebrauch aufbewahrt. Dieser Firniß trocknet ziemlich langsam, daher denn die Lackirer ihn gewöhnlich mit der Hälfte eines andern vermischen, der durch vierstündiges Kochen von 20 Pfund klarem Leinöl und 8 Pfund recht reinem weißem Animeharz und nachträgliche Zumischung von 35 Pfund Terpenthinöl dargestellt wird.

Ein anderer Kopallack wird durch Mischung der folgenden beiden Firnisse bereitet.

a.	b.
8 Pfund Kopal.	8 Pfund gutes Animeharz.
10 Pfund Leinöl.	10 Pfund Leinöl.
½ Pfd. getrockneter Bleizucker.	¼ Pfund Zinkvitriol.
35 Pfund Terpenthinöl.	35 Pfund Terpenthinöl.

Jeder dieser beiden Sätze wird für sich zu Firniß gekocht, geseihet, und nun beide vermischt. Dieser Firniß trocknet im Winter in 6 Stunden, im Sommer in 4 Stunden. Zu alten Gegenständen, die von Neuem schwarz lackirt werden sollen, ist dieser Firniß recht brauchbar.

Ein guter, wenn gleich nicht ganz feiner Lack, zum Lackiren der Räder, Federn, überhaupt solcher Wagentheile, bei welchen es nicht auf die schönste Politur ankommt, entsteht durch Mischung der folgenden beiden einzeln bereiteten Firnisse.

Digitized by Google

a. 8 Pfd. Kopal zweiter Sorte.
25 Pfd. gutes Leinöl mit
¼ Pf. getrocknetem Zinkvitriol, und
¼ Pfd. Bleiglätte gekocht, und mit
55 Pfd. Terpenthinöl vermischt.

b. 8 Pfd. Anime, zweiter Sorte.
25 Pfd. gutes Leinöl.
¼ Pfd. getrockneter Bleizucker.
¼ Pfd. Bleiglätte.
55 Pfd. Terpenthinöl.

Beide werden noch heiß mit einander vermischt.

Dieser Lack wird überhaupt sehr oft angefertigt und bildet den am meisten im Handel vorkommenden, da er für gewöhnliche Zwecke, zu Lackirungen in Häusern u. d. gl. recht brauchbar ist.

Zum Lackiren von Stoßbrettern, und anderem Täfelwerk in Zimmern wird oft der folgende, weit wohlfeilere Lack ganz ohne Kopal angewendet:

8 Pfund Anime 2te Sorte.
30 Pfund Leinöl.
¼ Pfund Glätte.
¼ Pfund getrockneter Bleizucker, stark eingekocht und mit
55 Pfund Terpenthinöl verdünnt.

Hinsichtlich des Kopallackes mögen noch einige Bemerkungen einen Platz finden. Je vollständiger der Kopal geschmolzen wurde, um so größer ist die Ausbeute an Lack und um so dauerhafter derselbe; je regelmäßiger und anhaltender die Kochung des Firnisses, um so dünnflüssiger und bequemer im Gebrauch wird der fertige Firniß. Bringt man ihn dagegen zu plötzlich in übertrieben starke Hitze, so verlangt er zum Verdünnen unmäßig viel Terpenthinöl, breitet sich beim Gebrauch nicht gut aus, trocknet langsam und ist wenig dauerhaft. Je mehr Leinöl ein Firniß enthält, um so weniger spröde und brüchig, freilich aber auch um so weniger glänzend und hart ist er. Je größer dagegen die Menge des Harzes, um so dicker läßt er sich auftragen, um so schneller trocknet, und um so härter wird er.

Wenn ein Gegenstand im frischlackirten Zustande schon gebraucht werden muß, ohne Zeit zu haben, vollständig zu erhärten, so trägt man die Lackirung gern etwas stark auf.

Reiner afrikanischer Kopal liefert den schönsten, am meisten elastisch-zähen und durchsichtigen Lack. Ein zu starker Zusatz von Bleiglätte, Bleizucker, oder anderen, das Trocknen befördernden Substanzen schadet der Durchsichtigkeit, und ist daher zu feineren Lackirungen nicht zu empfehlen. Der Zinkvitriol soll dazu beitragen, die Härte des Lackes zu vermehren; eine chemische Verbindung vermag er mit den übrigen Bestandtheilen nicht einzugehen. Terpenthinöl wird durch das Alter zur Firnißbereitung besser. Eben so wird jeder Firniß um so besser, je älter er wird, zumal wenn man ihn an einem mäßig warmen Orte aufbewahrt.

Schwarzer Bernsteinfirniß wird folgendermaßen bereitet. Man bringt in dem Kessel 48 Pfund Asphalt (nur nicht Aegyptisches) zum Schmelzen, und setzt dann 100 Pfund rohes Leinöl hinzu. Das Feuer wird während dem etwas verstärkt, ohne daß jedoch das Oel zum Kochen kommen darf. Inzwischen bringt man 8 Pfund dunkles, ordinäres Anime in einen besonderen kleinen Schmelzkessel, läßt es schmelzen, gibt 20 Pfund heißes Leinöl hinzu, und schüttet die Mischung zu der übrigen Masse in dem großen Kessel. Demnächst schmilzt man 10 Pfund dunklen Bernstein in einem eisernen Topf, rührt ihn dabei beständig und sorgt dafür, daß die Hitze nie bis zu dem Grade steige, daß sich ein starker Schaum bildet. Sollte einmal der Bernstein durch Ueberhitzung stark aufschäumen, so muß der Topf sofort auf einige Minuten vom Feuer genommen werden. Ist er vollständig im Fluß, so setzt man ihm 20 Pfund heißes Leinöl zu und gibt das Ganze in den Asphaltkessel. Dieser bleibt nun noch 3 Stunden auf dem Feuer, während welcher Zeit etwas Bleiglätte und Bleizucker zugethan wird. Endlich löscht man das Feuer aus und überläßt den Kessel bis zum nächsten Morgen der Ruhe. Alsdann wird die Kochung wieder fortgesetzt, bis eine Probe durch Abkühlung so hart wird, daß sie sich zwischen den

Digitized by Google

Fingern hin und her rollen läßt, ohne anzukleben. Endlich verdünnt man ihn bis zur gehörigen Konsistenz mit Terpenthinöl.

Heller Bernsteinfirniß, 6 Pfund fein gestoßener recht heller durchsichtiger Bernstein werden geschmolzen, und mit 20 Pfund heißem klarem Leinöl versetzt. Man läßt dies so lange zusammen kochen, bis es sehr stark Faden zieht, und verdünnt mit 40 Pfund Terpenthinöl. Dieser Firniß steht fast in allen Beziehungen dem besten Kopalfirniß gleich, nur erfordert er, so wie jeder Bernsteinfirniß ziemlich beträchtliche Zeit, bevor er so trocken wird, daß er sich poliren läßt.

Braunschweiger schwarze Lackirung. In einem eisernen Kessel läßt man 45 Pfund Asphalt schmelzen und erhält es 6 Stunden lang in geschmolzenem Zustande. Während dem läßt man in einem anderen Kessel 60 Pfund schon vorher gekochtes Leinöl noch 6 Stunden kochen, gibt allmählig in kleinen Portionen 6 Pfund Bleiglätte dazu, fährt mit dem Kochen so lange fort, bis es stark fadenziehende Konsistenz angenommen hat, und schüttet es nun in das geschmolzene Asphalt. Das Ganze wird nun noch länger fort gekocht, bis sich eine Probe nach dem Erkalten zu harten Pillen ausrollen läßt; dann etwas abkühlen gelassen und mit 250 Pfund Terpenthinöl verdünnt.

Eine wohlfeilere ähnliche Lackirung ist die folgende: 28 Pfund gemeines schwarzes Pech und eben so viel durch Eindampfen von Steinkohlentheer bereitetes Asphalt werden in einem eisernen Kessel geschmolzen und 8 bis 10 Stunden in Hitze gehalten, wobei die Feuchtigkeit und ein Theil des in dem Pech enthaltenen brenzlichen Oeles entweicht. Das Ganze bleibt nun über Nacht stehn, wird am nächsten Morgen wieder heiß gemacht, und mit 80 Pfund gekochtem Leinöl, hierauf allmählig mit 10 Pfund Mennige und eben so viel Glätte versetzt und noch 3 Stunden oder so lange gekocht, bis es sich zu Pillen rollen läßt, wo dann 200 Pfund oder soviel Terpenthin zugesetzt wird, daß die zum Aufstreichen nöthige Konsistenz herauskommt. Dieser ordinäre Firniß dient zum Firnissen von Maschinentheilen und anderen größeren Gußsachen u. d. gl. Er trocknet schon in einer halben Stunde.

Ein anderer, schon etwas besserer schwarzer Firniß, der hauptsächlich zum Firnissen des Eisenwerkes an Wagen und zu ähnlichen Zwecken verwandt wird, ist dieser: 48 Pfund natürliches Asphalt werden geschmolzen und 4 Stunden so erhalten. Während der ersten 2 Stunden gibt man Mennige und Bleiglätte, von jedem 7 Pfund, ferner 3 Pfund getrockneten Zinkvitriol und 100 Pfund gekochtes Leinöl, endlich noch 8 Pfund geschmolzenen dunklen Kopal und 20 Pfund heißes Oel dazu. Ist die Masse bis zu der gehörigen Konsistenz eingekocht, so verdünnt man mit etwa 300 Pfund Terpenthinöl.

Feiner Mastirfirniß zum Ueberziehen von Gemälden. Man thut 5 Pfund feingestoßenes Mastix in eine zylindrische zinnerne Flasche von der Größe, daß sie etwa 40 Pfund Wasser faßt. Dazu gibt man 2 Pfund gröblich (etwa zu der Größe von Gerstenkörnern) zerstossenes, mehre Male gewaschenes und wieder getrocknetes Glas, nebst 20 Pfund abgelagertes Terpenthinöl. Die Flasche wird nun verkorkt, und auf einem Tisch, oder irgend einer anderen soliden Unterlage 4 Stunden hin und her gerollt, worauf man den fertigen Firniß herausgibt. Zeigt es sich, daß noch nicht alles Mastix aufgelöst ist, so muß mit dem Rollen noch fortgefahren werden, bis kein unaufgelöstes Harz mehr zu erkennen ist. Man seihet nun den Firniß durch dünnen Musselin in eine reine trockene Bouteille, läßt diese unverkorkt, so daß die Luft frei hinzutreten, aber kein Staub hinein fallen kann, mindestens 9 Monate lang stehn, bevor man den Firniß verwendet; denn je älter er wird, um so mehr gewinnt er an Zähigkeit und Gleichförmigkeit.

Mastirfirniß hat die eine üble Eigenschaft, daß er unter Umständen geneigt ist, abzublättern. Dieser Fehler soll ihm dadurch genommen werden können, daß man 1 Quart Flußsand mit 4 Loth Pottasche, in

Digitized by Google

Wasser gelöst, kocht, den Sand nachher mit reinem, kochendem Wasser vollständig auswäscht, ihn nunmehr in einem Trockenofen vollständig trocknet, in je 10 Pfund Firniß eine halbe Pinte des noch heißen Sandes gibt, und ihn mit dem Firniß 5 Minuten lang stark schüttelt. Der Sand gibt sich baldigst zu Boden, und nimmt die in dem Firniß noch vorhandenen wässrigen Theile, in welchen die Ursache des in Rede stehenden Fehlers zu liegen scheint, mit sich.

Gewöhnlicher Mastirfirniß. Man bringt eine Portion nicht gestoßenes Mastix in einen zinnernen Kessel, und setzt auf je 2½ Pfund Mastix 10 Pfund kaltes Terpenthinöl zu; macht gelindes Feuer darunter an, und rührt die Masse mit einem Stäbchen. Bei der außerordentlichen Entzündlichkeit der Terpenthinöl-Dämpfe muß mit großer Sorgfalt darauf geachtet werden, daß sie nicht dem Feuer zu nahe kommen. Am sichersten ist es, die Hitze nicht bis zum Kochen des Terpenthinols zu steigern, was auch um so eher zulässig ist, als sich das Mastix ungemein leicht im Terpenthinöl auflöst. Der Firniß wird nun geseihet, und schließlich, wenn er noch zu dick sein sollte, mit der nöthigen Menge Terpenthinöl verdünnt.

Krystallfirniß. Ein Firniß, den sich jedermann augenblicklich selbst bereiten kann, und der zum Ueberziehen von Zeichnungen, Landkarten, gedruckten Sachen, und ähnlichen Zwecken gebraucht werden kann. Man nimmt dazu eine Flasche Kanada-Balsam, öffnet sie, und stellt sie an einen warmen Ofen, um den Balsam völlig dünnflüssig zu machen. Ist dies erreicht, so gießt man ihn in ein Gefäß von ungefähr dem doppelten Inhalt der Flasche, setzt eine gleiche Menge gutes Terpenthinöl hinzu, und rührt beide Theile sehr genau durch einander. Vor dem Gebrauch muß dieser Firniß in einer großen Flasche wenigstens einige Tage an einem warmen Orte aufbewahrt werden.

Weißer harter Weingeistfirniß. Wird aus 5 Pfund Sandarak und 20 Pfund starkem Weingeist bereitet, die ganz so, wie oben bei dem feinen Mastirfirniß beschrieben ist, durch Rollen mit Glasstückchen in einer Flasche von Zinn oder Weißblech verbunden werden. Um die Auflösung des Harzes zu befördern, kann man die Flasche etwa alle zehn Minuten in einen Kessel mit heißem Wasser eintauchen, wobei man nur Acht geben muß, daß der Druck der heißen Weingeistdämpfe nicht den Kork mit Gewalt aus der Flasche treibt. Wenn nach anhaltendem Hin- und Herrollen das Harz sich vollständig aufgelöst hat, wird es filtrirt und nunmehr mit 1 Quart des vorhin beschriebenen feinen Mastirfirnisses gemischt. Man muß diesen Firniß in einer gut verkorkten Flasche aufbewahren, kann ihn aber, so wie alle Weingeistfirnisse, nach der Anfertigung sofort verbrauchen.

Brauner harter Weingeistfirniß. Wird ganz auf die nämliche Art, wie der vorhergehende gemacht, nur daß man dazu 3 Pfund Sandarak, und 2 Pfund Schellack nimmt.

Gewöhnlicher Leinölfirniß wird folgendermaßen gefertigt. Man bringt 250 Pfund Leinöl in einen eisernen Kessel, der höchstens bis zu etwa ¾ damit angefüllt werden muß, macht Feuer darunter und steigert die Hitze, bis das Oel gelinde zu wallen anfängt, und erhält es in diesem Zustande zwei Stunden lang, wobei der größte Theil der Feuchtigkeit ausgetrieben wird. Bildet sich Schaum auf der Oberfläche, so nimmt man ihn mit einer Schaumkelle ab, und stellt ihn bei Seite, um ihn zu ganz ordinären Arbeiten zu verwenden. Man läßt nun die Hitze noch etwas steigen, und schüttet sehr langsam und in kleinen Portionen 3 Pfund Bleiglätte, eben so viel Mennige und 2 Pfund türkische Umbra hinzu, welche sämmtlich scharf ausgetrocknet sein müssen; indem sie sonst das Oel heftig aufschäumen machen, und eine trübe, dicke, zähe Beschaffenheit desselben zur Folge haben, so daß es nach dem Auftragen gewissermaßen wie ein Stück feine Blase auf der gestrichenen Fläche aufliegt, und sich nach dem Trocknen leicht davon ablöst. Hat man nun

Digitized by Google

diese Zusätze vollständig eingerührt, so hält man das Oel in steter Bewegung, damit sich Glätte und Mennige ihrer Schwere wegen nicht zu Boden setzen, wodurch das Oel sehr leicht anbrennt und braun wird. Nach dem Zugeben der Glätte läßt man das Oel noch etwa 3 Stunden gelinde fortkochen. Wenn es nun keinen Schaum mehr bildet, so untersucht man es von Zeit zu Zeit mit einer Federfahne. Wenn nämlich diese sich ganz zusammenkrümmt und windet, so wird es als ein Zeichen angesehen, daß die Hitze hinlänglich hoch gestiegen ist, worauf man das Feuer augenblicklich auslöscht, den Kessel mit dem Firniß aber wenigstens 10 bis 24 Stunden ruhig stehen läßt, damit sich die nicht gelöste Glätte und Umbra möglichst vollständig absetzen.

Zum Schluß dieses Artikels mag hier noch die Bereitung der sogenannten Wachsmilch einen Platz finden, die dazu dient, einen firnißartigen, höchst feinen Wachsüberzug hervorzubringen.

Man schmilzt in einer Porzellanschale weißes Wachs, und setzt eine gleiche Gewichtsmenge Weingeist von 0,83 spez. Gewicht hinzu; rührt beide Theile recht innig zusammen, und gießt das Ganze auf einen kalten Reibstein aus. Die so erhaltene körnige Masse wird nun, unter jeweiligem Zusatz von etwas Alkohol, anhaltend gerieben, bis sie eine ganz homogene, weiche Salbe bildet. Ist dieser Punkt erreicht, so gibt man allmählig und in kleinen Portionen Wasser hinzu, bis etwa die vierfache Menge von dem Gewichte des Wachses inkoporirt ist. Die so erhaltene Emulsion wird nun durch Leinwand geseihet, wodurch alle etwa der feinen Zertheilung entgangenen Wachstheilchen entfernt werden. Um diese Wachsmilch zu verwenden, streicht man sie mit einer ganz weichen Bürste auf die zu überziehende Malerei, läßt sie trocknen und bringt nun das Wachs dadurch zum Schmelzen, daß man ein heißes Eisen (Salamander) ganz in der Nähe der Oberfläche langsam und in dem Maße, wie das Wachs zum Schmelzen kommt, fortführt. Nach dem Erkalten wird die Fläche mit einem leinenen Läppchen gerieben, wodurch der verlangte Glanz hervorkommt. Eines ähnlichen, wenn auch nicht genau desselben Verfahrens, bedienten sich die Alten bei der sogenannten enkaustischen Malerei, die wir noch jetzt in Herculanum und Pompeji in fast unveränderter Frische bewundern.

Fischangeln. (Fish hooks, Hameçons.) Werden mit höchst einfachen Werkzeugen verfertigt, erfordern aber große Geschicklichkeit von Seiten des Arbeiters.

Das Material dazu ist Eisendrath, der von besonders guter Beschaffenheit, und völlig frei von Fehlstellen sein muß. Der Arbeiter fängt damit an, ein Bündel solchen Drathes in der bestimmten Länge entweder mit einer Scheere, oder dadurch abzuschneiden, daß er es auf die Schärfe eines breiten Meißels auflegt, der entweder in den Schraubstock eingespannt, oder an einem Ambos befestigt ist, und mit einem Hammer darauf schlägt. Um nun die Widerhaken hervorzubringen, legt er ein abgeschnittenes Drathstück in eine rinnenförmige Vertiefung eines Stückes Eisen, setzt in der Nähe des einen Endes einen scharfen Meißel unter einem spitzen Winkel mit der Richtung des Drathes auf, und führt geschickt einen Schlag darauf, um so den Wiederhaken zu bilden.

Hierauf wird die Spitze angefeilt, das hintere Ende aber, woran beim Gebrauch die Schnur befestigt wird, durch einen Hammerschlag breit geschlagen, und endlich mit der Drathzange dem Haken die nöthige Krümmung gegeben. Endlich werden die so weit fertigen Angeln durch Einsetzen verstahlt, um ihnen die nöthige Steifigkeit und Elastizität zu ertheilen. Man packt nämlich eine bedeutende Quantität mit thierischer Kohle in einen thönernen oder starken eisernen Kasten, und setzt diesen einer anhaltenden Glühhitze aus. (m. s. „Einsetzen"), worauf man sie durch anhaltendes Schütteln mit Kleie blank macht und auf einer heißen eisernen Platte blau anlaufen läßt.

Digitized by Google

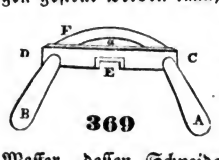
Angelhaken zur Fischerei im Meere werden oft verzinnt, weil sie sonst durch das Meerwasser gar leicht verrosten. —

Fischbein. (Whalebone, Baleine.) Die Substanz der Wallfischbarten, sensenförmig gestalteter hornartiger Blätter, die in zwei Abtheilungen, zu beiden Seiten eines Knochens, der der Länge nach unter dem Oberkiefer des Wallfischrachens fortläuft, und unter diesem Kiefer selbst, befestigt sind. Die Länge dieser Barten hängt natürlicher Weise von der Größe des Fisches ab, variirt aber auch sehr nach der Stelle des Rachens. Die mittleren sind im Allgemeinen die längsten und überhaupt die besten, und wohl bis zu 15 Fuß Länge vorgekommen, indessen gehört eine Länge von 12 bis 13 Fuß schon zu den Seltenheiten. Die Breite beträgt in der Nähe des Anheftungspunktes etwa 10 bis 12 Zoll, von hieraus laufen sie in mäßig bogenförmiger Krümmung in eine Spitze aus. Die Dicke ist am oberen Rande etwa $^{3}/_{10}$ bis $^{5}/_{10}$ Zoll, nimmt aber gegen den unteren Rand, an welchem sich die Barte in eine Reihe loser Haare oder Fransen auflöst, sehr bedeutend ab. Jede der beiden Reihen zählt etwa 300 Barten, unter denen inzwischen nur etwa 250 brauchbar sind, so daß ein Fisch durchschnittlich 500 nutzbare Barten liefert. Die Substanz des Fischbeins besteht in einer Masse parallel neben einander liegender dicker Haare oder Fasern, die seitlich durch eine ähnliche, jedoch etwas weniger feste Substanz aneinander geheftet sind, und sich ziemlich leicht von einander spalten lassen.

Dem Wallfische dienen die Barten als eine Art Filtrirapparat; indem er nämlich das eingeschlürfte Wasser zwischen den Bartenreihen und dem Unterkiefer wieder herauspreßt, bleibt alles Gewürm nebst kleineren Fischen in seinem Rachen zurück.

Die Barten werden, nachdem sie von dem Oberkiefer abgelöst, gereinigt und sortirt sind, in Pakete von etwa 10 oder 12 Stück gebunden und so nach Europa gebracht. Der Preis schwankt zwischen 50 und 150 Lstr. pr. Ton, also 16 bis 48 Rthl. die 100 Pfund.

Die Verarbeitung des Fischbeins zu viereckigen oder flachen Stangen, das Fischbeinreißen, wird, nachdem das Fischbein durch zweistündiges Kochen mit Wasser erweicht worden, auf folgende Art bewerkstelligt: Man spannt die in Stücke von etwa 3 bis 4 Fuß Länge zersägten Barten auf einer Art Tischlerbank mittelst zweier Bretter so ein, daß sie auf der hohen Kante stehen, und spaltet nun mittelst eines eignen Messers oder Hobels, der je nach der Dicke der abzureißenden Stangen gestellt werden kann, diese davon ab. Der Hobel ist in Fig. 369 abgebildet. Das bogenförmige Messer F, dessen Schneide sich an der inneren Seite bei a befindet, ist an einem, mit zwei Handgriffen A, B versehenen Eisen D, C befestigt, welches einen Ausschnitt E besitzt. Indem nun der Arbeiter das Instrument mit dem Ausschnitte auf die obere Kante des Fischbeinstückes auflegt, und es horizontal fortzieht, spaltet das Messer, dessen Schneide genau um die Dicke der verlangten Stange tiefer liegen muß, eine solche herunter.



369

Dieses Fischbeinreißen gelingt inzwischen nur bei einem gewissen Grade von Uebung und Geschicklichkeit, weil durch den Hobel die richtige Dicke der Stange nur unter der Voraussetzung gesichert wird, daß der Arbeiter die Handgriffe genau horizontal halt, denn es ist einleuchtend, daß, wenn der Ausschnitt E fest auf der Kante des Fischbeins aufliegt, und der Arbeiter die Handgriffe senkt oder hebt, daß hiedurch eine entsprechende Hebung oder Senkung des Messers, also ein falscher Schnitt, herbeigeführt werden muß.

Nach dem Reißen werden die Stangen getrocknet, wodurch sie ihre natürliche Härte und Steifigkeit wieder erlangen, und nun auch an den Seitenflächen glatt geschabt. Die hierbei abfallenden Fischbeinspäne eig-

Digitized by Google

nen sich sehr gut, als Surrogat der Pferdehaare, zum Ausstopfen der Betten und Möbeln.

Das Fischbein findet seiner Biegsamkeit, Elastizität, Festigkeit und seines geringen spezifischen Gewichtes wegen mannigfaltige Anwendungen, besonders zu Schirmen und zu Kleidungsstücken der Frauen. Durch Dampf oder im Sandbad erhitzt, erlangt es einen solchen Grad von Weichheit, daß es sich wie Horn in Formen pressen läßt, und die so erhaltene Gestalt, vorausgesetzt, daß es innerhalb der Form abkühlt, unverändert beibehält. Auf diese Art können mancherlei Luxusartikel, als: Tabaksdosen, Messerschalen u. d. gl. aus Fischbein verfertigt werden.

Man polirt es gewöhnlich mit Bimssteinpulver, das mit Wasser auf einen Filz aufgetragen wird, und reibt es schließlich noch mit zerfallenem Kalk ab.

Fischleim, s. Hausenblase.

Flachs (flax, lin) ist der als Spinnmaterial zubereitete Bast von den Stengeln der Leinpflanze (Linum usitatissimum), welche krautartig, einjährig ist, 1½ bis 3 Fuß Höhe erreicht, im Junius oder Julius blüht, gewöhnlich im September reifen Samen bringt, und am besten auf einem lockern, humusreichen, mit Sand gemengten Thonboden gebaut wird. Die Verschiedenheiten des Flachses in verschiedenen Gegenden rühren von der ungleichen Güte des Samens, den Modifikationen des Ackerbodens, dem Klima und der Kultur-Methode her. Indessen unterscheidet man zwei Varietäten: den Schließlein oder Dreschlein, dessen Samenkapseln geschlossen bleiben, daher zur Gewinnung des Samens ausgedroschen werden müssen, und den Springlein, Klanglein, dessen Kapseln zur Zeit der Reife mit einem kleinen Geräusche sich öffnen. Die gewöhnlich angebaute Varietät ist der Dreschlein. Nach der Saatzeit pflegt man den Flachs wohl auch Frühflachs oder Spätflachs zu nennen. Zu ersterem wird der Same Ende April oder Anfangs Mai gesäet, zu letzterem im Junius, wobei man sich nach der Witterung, so wie nach der Lage und Beschaffenheit des Bodens richtet. Der Leinsamen wird mehr oder weniger dicht gesäet, je nachdem beim Anbau desselben hauptsächlich auf die Gewinnung eines möglichst feinen Spinnmaterials abgezielt und der Same nur zur Oelbereitung angewendet wird; oder man vorzugsweise auf die Erzeugung eines gut ausgebildeten, zur Aussaat tauglichen Samens ausgeht, und darüber die größte Feinheit des Bastes zum Opfer bringt. Je dichter nämlich die Pflanzen stehen, desto dünner bleiben die Stengel, und desto weniger Aeste setzen sie an, wodurch man einen zartern, nicht so viel kurze Fasern enthaltenden Bast bekommt; aber die Samenkörner erlangen alsdann nicht ihre größte Vollkommenheit. In Deutschland, wo man sehr allgemein russischen Leinsamen säet, ist größtentheils die Rücksicht auf den Bast vorherrschend.

Der rechte Zeitpunkt zum Ausziehen des Flachses wird daran erkannt, daß die Stengel am untern Theile gelb werden und die Blätter anfangen abzufallen (Gelbreife). In dieser Periode ist jedoch der Same noch nicht vollreif, weshalb er nur zum Oelschlagen taugt. Will man Saatsamen gewinnen, so müssen die Pflanzen etwas länger, bis zur gänzlichen Reife der Kapseln, in der Erde bleiben, wobei die Bastfasern in einem gewissen Grade hart und spröde werden, also an Werth verlieren. Es ist eine noch nicht bestimmt entschiedene Frage: ob der ökonomische Nutzen größer sei, wenn man den Flachs bis zur Vollreife stehen läßt, oder wenn man ihn in der Gelbreife auszieht. Im ersteren Falle ist der Same mehr, der Bast aber weniger werth als im letzteren; und ob hier oder dort der Nachtheil auf der einen Seite von dem Vortheile auf der anderen Seite überwegen wird, hängt gewiß mit von lokalen Umständen so wie von der Witterung des Jahres ab.

Der auf dem Felde ausgezogene und in Bündel gebundene Flachs wird geriffelt, gerefft, d. h. zur Absonderung der Samenkapseln

Digitized by Google

durch einen groben eisernen Kamm (Riffelkamm, Refflkamm) gezogen, sodann der Rotte übergeben.

Das Rotten (Röthen, Rotten oder Rösten) des Flachses ist eine chemische Behandlung, durch welche der innige Zusammenhang zwischen den Fasern des Bastes unter sich, so wie zwischen der Baströhre und dem von dieser eingehüllten holzigen Kerne, größtentheils aufgehoben wird; so daß durch die nachfolgende mechanische Bearbeitung die spinnbaren Fasern isolirt dargestellt werden können, ohne einer übermäßigen Beschädigung zu unterliegen. Alle Versuche, die Rotte zu ersparen, und die Bearbeitung der Leinstengel sogleich mit mechanischen Mitteln anzufangen, sind in so fern fehlgeschlagen, als man auf diesem Wege die spinnbare Faser nur mit ansehnlichem Verluste und in einer für gute Gespinnste nicht geeigneten Beschaffenheit (namentlich rauh, hart und spröde) erhält.

Das Wesentliche des Rottens besteht in der Einleitung einer Gährung, die bis zum ersten Anfange der Fäulniß fortgeführt wird, und durch welche die den natürlichen festen Zusammenhang zwischen den Fasern unter sich und mit dem Holze bewirkende, kleberartige Substanz der Stengel zum größten Theile zerstört wird. Man erreicht diesen Zweck bald durch Auslegen desselben auf freiem Felde, in Luft, Regen und Thau; bald durch eine Verbindung beider Verfahrungsarten: wodurch die drei Arten des Rottens entstehen, nämlich die Wasserrotte, Thaurotte und gemischte Rotte.

Um die Wasserrotte auszuführen, wird der Flachs in nicht zu große und nicht zu dichte Bündel gebunden, die man in das Wasser legt oder stellt, und durch eine Bedeckung von Stroh, Brettern und Steinen untergetaucht erhält. Der Eintritt der Gährung offenbart sich hier sehr bald durch schmutzige Färbung des Wassers (weil dieses einige Bestandtheile auszieht), verbunden mit Bildung einer Säure (Essigsäure?) und Entwicklung von kohlensaurem Gase. Dieser Zustand dauert fortschreitend mehrere Tage, und geht dann allmälig in die Fäulniß über, wobei Ammoniak gebildet wird, die freie Säure wieder verschwindet, Kohlenwasserstoffgas entsteht, und ein sehr stinkender Geruch sich erzeugt. Mit dem ersten gelindesten Grade der faulen Gährung ist der Zeitpunkt zur Beendigung der Rotte eingetreten; ein länger fortgesetztes Verweilen des Flachses im Wasser hat zur Folge, daß derselbe sehr dunkel gefärbt, mürbe und daher schlecht oder ganz unbrauchbar wird. Man nennt ihn alsdann überrottet oder verrottet. Wenn durch die Gasentwickelung der Flachs auf die Oberfläche des Wassers sich hebt, das Holz in den Steugeln leicht zerbrechlich und die Faser sehr leicht lösbar erscheint (welches beides man durch Zerknicken und Reiben zwischen den Fingern erprobt); so nimmt man den Flachs ohne Säumen aus dem Wasser, spült ihn in reinem Wasser ab, und stellt ihn an einem luftigen, sonnigen Orte zum Trocknen auf.

In 100 Gewichtstheilen lufttrockner Leinstengel kann die Menge des Bastes auf 20 bis 27 Theile (worin 12 bis 16 Theile reine Faser) und die des Holzes auf 73 bis 80 Theile angeschlagen werden. Durch die Wasserrotte gehen von jenen 100 Theilen 25 bis 35 verloren. Da nun die frischen rohen Stengel durchschnittlich 60 Prozent Feuchtigkeit enthalten, welche sie beim Austrocknen an der Luft verlieren, so bleiben von 1000 Pfd. ungetrockneter roher Stengel nach dem Rotten und Trocknen nur noch 260 bis 300 Pfund übrig. Die Wasserrotte dauert — nach Beschaffenheit des Flachses, des Wassers und der Witterung — 5 bis 10, manchmal selbst 14 Tage, und muß besonders in der letzten Periode mit der äußersten Sorgfalt überwacht werden, um das Ueberrotten zu vermeiden.

Das Rottewasser kann stehendes oder fließendes sein; jedenfalls soll es keinen Schlamm enthalten, und nicht hart, eisenhaltig oder faul sein. Je kälter es ist, desto langsamer rottet der Flachs. In stehendem

Digitized by Google

Wasser geht die Rotte schneller von Statten, als in fließendem; aber letzteres erhält, weil es die abgesonderten und aufgelösten Stoffe fortführt, den Flachs reiner und weißer, und selbst die geringere Schnelligkeit, womit es wirkt, ist ein Vortheil, weil nicht so leicht das Ueberrotten eintritt. Da das Rotten in Flüssen (wegen der daraus entstehenden Hemmnisse für die Schiffahrt und zur Schonung der Fische, welche vom Rottwasser sterben) an vielen Orten verboten ist; so wird am häufigsten das Rotten in stehendem Wasser angewendet, zu welchem Behufe man Wasser in 5 bis 6 Fuß tiefe, nahe am Ufer angelegte Gruben leitet. Diese Rottgruben werden öfters, sehr zweckmäßig, so eingerichtet, daß sie einen beständigen kleinen Abfluß und Zufluß haben, wodurch ein langsamer Wasserwechsel entsteht, der die Mitte hält zwischen einem stagnirenden, gar nicht erneuerten, und einem stromenden Wasser.

Um den Flachs im Thau zu rotten (Thaurotte, Luftrotte, Landrotte), breitet man ihn auf Wiesen oder auf den Stoppeln der Getreidefelder sehr dünn und in regelmäßigen Reihen aus, wendet ihn von Zeit zu Zeit um, und stellt ihn, wenn die Untersuchung der Stengel die Rotte als beendigt zeigt, in Haufen zum Trocknen auf. Bei dieser Behandlung geht durch den Einfluß der Luft und der atmosphärischen Feuchtigkeit (Regen, Thau) die nämliche Veränderung langsamer von Statten, welche das Einweichen in Wasser in kurzer Zeit bewirkt. Daher ist der Flachs nicht der Gefahr des Verrottens ausgesetzt und verbreitet auch nicht die höchst stinkenden Ausdünstungen, welche die Nähe der Rottegruben so unangenehm und ungesund machen. Zugleich bleicht er bedeutend, und wird weißer, nach der gewöhnlichen Meinung auch zarter von Faser. Die Thaurotte erfordert aber 3 bis 6, manchmal sogar (bei anhaltend trockener Witterung) bis zu 10 Wochen Zeit, was die weitere Verarbeitung leicht zu weit hinausschiebt, weshalb im Ganzen die Thaurotte weniger gebräuchlich ist, als die Wasserrotte. Der Gewichtverlust beträgt bei der Thaurotte gewöhnlich nur 20 bis 25 Prozent (lufttrockene Stengel vor und nach dem Rotten verglichen); jedoch ist dieses größere Gewicht des Thauflachses kein reeller Vortheil, weil es nur von solchen, der Faser fremden, Bestandstoffen herrührt, welche in der Thaurotte nicht vom Wasser ausgezogen werden konnten, und später bei der Bleiche des Leinens jedenfalls verloren gehen.

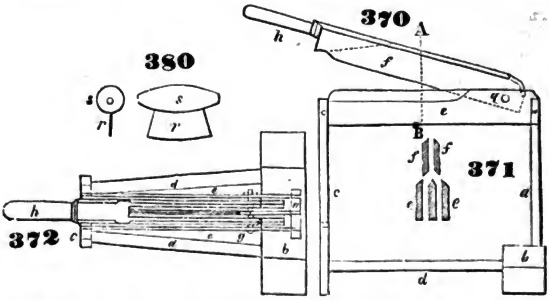
Die gemischte Rotte besteht darin, daß man den Flachs zuerst im Wasser rottet, ihn jedoch vor völliger Beendigung der Rotte herausnimmt, und dann 1 bis 3 Wochen lang auf das Feld legt, um ihn im Thau nachrotten zu lassen. Diese sehr empfehlenswerthe Methode vermeidet die Gefahr des Ueberrottens im Wasser, und verlangt doch nicht so gar viel Zeit, als die reine Thaurotte.

Die mechanische Bearbeitung der Leinstengel nach dem Rotten hat zum nächsten Zwecke, den durch die Rotte mürbe und zerbrechlich gewordenen holzigen Kern zu zerkleinern und abzusondern. Dieß geschieht hauptsächlich durch das Brechen. Alsdann muß aber der Bast selbst noch völlig gereinigt und in seine Fasern zertheilt werden. Hierzu dient das Hecheln. Hierzu kommen noch einige Hülfsoperationen, welche theils dem Brechen vorausgehen, theils auf dasselbe folgen, bevor der Flachs gehechelt wird; nämlich das Poken, Schwingen und Ribben.

Das Brechen besteht, wie das Wort richtig ausdrückt, in einem Zerbrechen der Stengel, wobei jedoch wesentlich nur das Holz abgebrochen und in kleine Stücke zertheilt wird, während der Bast durch seine größere Zähigkeit widersteht, und fast unversehrt bleibt. Um das Holz recht spröde zu machen, trocknet man vorläufig den Flachs in der Sonne, oder dörrt ihn in geheizten Dörrhütten (wohl auch in Backöfen nach dem Herausnehmen des Brotes). Niemals sollte beim Darren der Flachs einer höhern Wärme als etwa 50° C ausgesetzt werden, weil sonst auch der Bast zu leicht beim Brechen zerreißt. Das Instrument, womit gewöhnlich das Brechen verrichtet wird, ist die Breche oder

Digitized by Google

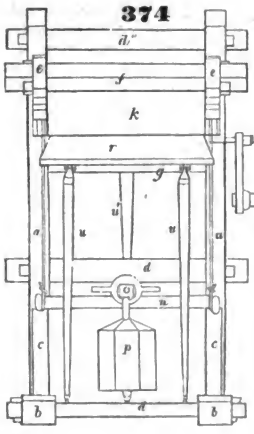
Flachsbreche (niederdeutsch Brake), von welcher Fig. 370 den Aufriß, Fig. 371 den Querdurchschnitt nach A B, und Fig. 372 den Grundriß vorstellt. Der Theil e, welcher die Lade genannt wird, besteht aus

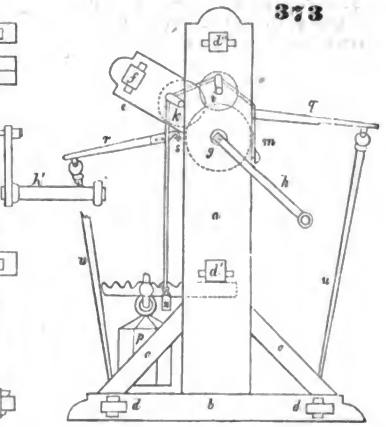


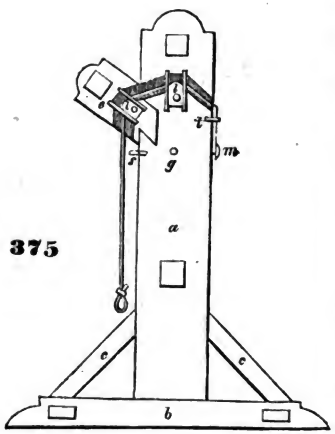
drei parallelen, am obern Rande zugeschärften Brettchen (Messern) von hartem Holze, welche in den Ständern a, c befestigt sind. b ist ein schwerer Holzkloß, durch welchen das Ganze den erforderlichen festen Stand erhält; zwei Leisten wie d dienen zur Verbindung zwischen b und c. Der Deckel oder Schlägel f enthält zwei Messer, welche beim Herablassen in die Zwischenräume der Lade e eintreten, indem sie sich um einen hölzernen oder eisernen Nagel bei g drehen. Der Deckel wird an seinem Griffe h mit der Hand regiert. Indem die Arbeiterin ihn abwechselnd aufhebt und schnell wieder niederstößt, bringt sie zugleich mit der anderen Hand ein Büschel Flachs quer auf die Lade e, welches sonach zwischen den Messern e und f gequetscht und zerknickt wird, da man es allmälig seiner Länge nach fortzieht. Das in Splitter zerbrochene Holz (die Schäbe) fällt dabei theils von selbst ab, theils wird es nachher, bis auf einen gewissen, den Fasern anhängenden Rest, durch Ausschütteln entfernt. Man pflegt den Flachs zweimal zu brechen, und an vielen Orten wird er zwischen dem ersten und zweiten Brechen noch einmal gedörrt. Nicht selten gebraucht man zum zweiten Brechen eine Breche, deren Messer von Eisenblech gemacht sind, und wegen ihrer geringen Dicke schärfer angreifen.

Flachsbrechmaschinen, statt der Handbreche, sind im Allgemeinen wenig im Gebrauch, so viele dergleichen auch, von den verschiedensten Konstruktionen, erfunden wurden. Am meisten Empfehlung, sowohl wegen guter Wirkung, als wegen ihrer Einfachheit und Wohlfeilheit, scheint diejenige Brechmaschine zu verdienen, welche von Kuthe zu Egeln bei Magdeburg schon vor etwa 20 Jahren angegeben, und seither in mehreren Gegenden Deutschlands eingeführt worden ist. Fig. 373 stellt dieselbe im Aufrisse von der rechten Seite vor, und Fig. 374 im Aufrisse von hinten (wo der gebrochene Flachs heraustritt). Fig 375 ist die Ansicht der einen Gestellswand von der innern Seite. Das Gestell ist aus zwei solchen Wänden oder Ständern gebildet, welche mit a, a bezeichnet und in die Schwellen b, b eingezapft sind. Streben c, c verbinden noch überdieß die Ständer mit den Schwellen. Von den vorhandenen vier Querriegeln vereinigen die zwei mit d, d bezeichneten die Schwellen b, b mit einander; die beiden andern dagegen, d' und d'', die Ständer a, a. In jeden Ständer ist ein schräger Arm e eingezapft, und ein Riegel f verbindet auch diese beiden Arme mit einander. g. i. k sind drei Walzen von hartem Holze, und mit eisernen Zapfen versehen; ihr Umkreis ist rundum mit dreieckigen geraden Längenfurchen und Rippen versehen, welche 5 Linien in der Breite und 4 Linien in

Digitized by Google







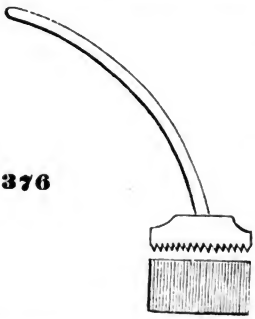
der Tiefe meſſen. Wenn die große Walze g mittelſt ihrer Kurbel h umgedreht wird, ſo greift ſie mit ihren Furchen und Rippen in jene der beiden anderen Zylinder ein, und verſetzt alſo auch dieſe in Umdrehung. Die Zapfen von g liegen in runden Löchern der Geſtellswände (ſ. eins derſelben bei g in Fig. 375); die beiden andern Walzen hingegen haben verſchiebbare Lager (wie l, l, Fig. 375) nämlich i in den Ständern a, und k in den Armen e, e — weil dieſe Walzen, wenn zwiſchen ihnen und g der Flachs durchgeht, die Fähigkeit haben müſſen, ſich zu heben. Der aber dabei fortwährend nöthige Druck wird mittelſt eines Gewichtes p ausgeübt, welches an einem (von unten gegen d' ſich ſtützenden) Hebel o hängt. Letzterer liegt ſelbſt wieder auf einem Querholze n, an deſſen Enden Stricke angebunden ſind, welche über die Walzenlager l, l nach ihren Befeſtigungspunkten m an den Ständern a hinlaufen. Eine Art ſchrägen Tiſches q dient zum Vorlegen des Flachſes, ein ähnlicher Tiſch r zum Herausführen deſſelben aus den Walzen. Beide hängen mittelſt eiſerner Haken in Ringen s an den Ständern a, und werden von Stützen u, u, u getragen.

Wenn die Maſchine arbeiten ſoll, ſo legt man eine Hand voll Flachs auf den Tiſch q, und breitet ſie gleichmäßig dergeſtalt aus, daß die Richtung der Stengel rechtwinkelig gegen die Walzenachſen iſt. Indem man ſodann die Kurbel h umdreht, wird der Flachs von den Walzen hineingezogen, zuerſt zwiſchen g und i, hierauf zwiſchen g und k ge-

Digitized by Google

brochen. Man dreht einige Mal vor- und rückwärts, um den Flachs hin und her gehen zu lassen, und läßt ihn endlich auf den Tisch r heraustreten. Die Schäbe fällt in sehr kleinen Theilen ab, der Bast wird weniger beschädigt, als es gewöhnlich auf der Handbreche der Fall ist, und wenn man den ein Mal gebrochenen Flachs über die Spitzen einer groben Hechel zieht, ihn dann ein Paar Tage in den Keller legt, und endlich wieder auf der Maschine bearbeitet, so erlangt derselbe eine vorzügliche Weichheit.

Statt des Brechens sind hin und wieder andere Verfahrungsarten üblich, um das Holz in den Flachsstengeln zu zerkleinern und abzusondern. In Großbrittanien erreicht man diesen Zweck durch Schlagen mit einem großen hölzernen, von Wasserkraft getriebenen Hammer, der auf einem flachen und glatten Steine arbeitet. In Belgien bedient man sich des Botthammers, mit welchem der Flachs gleichsam gedroschen wird. Dieses Werkzeug (Fig. 376) ist ein flacher viereckiger Holzblock, welcher auf der unteren Seite mit parallelen Einkerbungen von 5 bis 6 Linien Tiefe versehen ist, und an einem langen, etwas gekrümmten Stiele sitzt. Beim Gebrauch desselben steht der Arbeiter. Es wird ein Bündel getrockneten oder gedörrten Flachses dünn auf dem Fußboden auseinander gebreitet, kräftig mit der gekerbten Fläche des Werkzeuges geschlagen, dann umgewendet, wieder geschlagen, und endlich ausgeschüttelt, um die Schäbe zu entfernen.



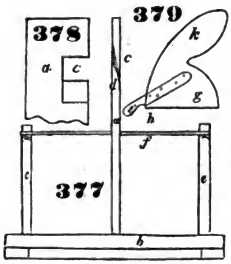
376

Das Poken oder Boken. — Mit diesem Namen bezeichnet man in einigen Flachsländern (insbesondere Westphalen) eine nebst dem Brechen angewendete Hülfsarbeit, welche in einem Stampfen oder Klopfen des Flachses besteht, und zum Zwecke hat, den holzigen Kern der Stengel zu zerquetschen, ohne dabei die Bastfasern der Gefahr des Zerreißens auszusetzen, welcher sie beim Brechen stets mehr oder weniger unterliegen. Man verrichtet das Poken theils vor, theils nach dem Brechen, und bedient sich dazu einer vom Wasser bewegten Stampfmühle (Pokmühle) oder hölzerner, 3 bis 4 Pfd. schwerer, Hand-Schlägel (Bläuel); im letzteren Falle wird die Arbeit auch Klopfen oder Bläueln genannt. In der Pokmühle wird der Flachs auf einen glatten Stein gelegt, auf welchen die von einer Daumenwelle gehobenen Stampfer herabfallen; beim Klopfen aus freier Hand dient ein gerade abgesägter Holzklotz als Unterlage. Der Flachs gewinnt durch das Poken bemerkenswerth an Weichheit; und in so fern dasselbe dem Brechen vorausgeht, wird dadurch diese letztere Arbeit sehr erleichtert.

Das Schwingen ist eine auf das Brechen folgende Behandlung des Flachses, wodurch die dem Baste noch etwas fest anhängenden, beim Ausschütteln sich nicht absondernden Schäbetheile entfernt werden. Der hierzu dienende Apparat besteht aus zwei Theilen, nämlich dem Schwingstock und der Schwinge (dem Schwingmesser). Der erstere ist ein aufrecht stehendes Brett mit einem Ausschnitte an der Seite, worein man eine Handvoll Flachs dergestalt legt, daß sie längs der vordern Fläche des Brettes herabhängt, während sie hinter demselben festgehalten wird. Die Schwinge ist ein schwertförmiges, 1½ bis 2 Fuß langes, einige Zoll breites und mit einem Handgriffe versehenes Holzstück, das an den Kanten eine Zuschärfung hat, und mit welchem man den an dem Schwingstocke hängenden Flachs der Länge nach schlägt, gleichsam ausstreicht.

Digitized by Google

Fig. 377, 378 zeigen die beste Einrichtung des Schwingstocks. Das Brett a hat als Fuß eine dicke, schwere Bohle b, auf welcher außerdem zwei Pflöcke e, e stehen. Ein Strick f, der zwischen diesen letzteren horizontal ausgespannt ist, dient zum Aufhalten des Schwingmessers in seiner raschen Bewegung, damit sich der Arbeiter niemals auf die Füße schlagen kann. c ist der Ausschnitt, in welchen der Flachs gelegt wird; er hat eine schräge Kante (wie man aus d, Fig. 377 erkennt), so daß das Schwingmesser hier nicht anstoßen und den Flachs beschädigen kann.



In Fig. 379 ist ein besonders zweckmäßig gestaltetes, in Belgien gebräuchliches Schwingmesser abgebildet. Es hat mehr die Form eines Beils, als eines Schwertes, ist nicht über 2 Linien dick, und an der Kante g h sogar bis zu der geringen Stärke eines Messerrückens verjüngt. Der Flügel k trägt dazu bei, das Werkzeug in gerader Richtung zu erhalten, und vermehrt die Kraft des Schlages. Der kurze flache Griff i wird auf jener Fläche des Blattes, welche bei der Arbeit nicht dem Schwingstocke zu gekehrt ist, aufgeleimt und überdieß mittelst einiger hölzerner Stifte befestigt. — In England bedient man sich zum Schwingen des Flachses einer Maschine, aus Flügeln an einer vertikalen Welle bestehend, die bei ihrer Umdrehung auf den dargebotenen Flachs nach Art der Handschwinge wirken.

Das Ribben. — In einigen Flachsgegenden wird der Flachs nach dem Schwingen noch geribbt, oder auch gar nicht geschwungen und nur geribbt. Der Zweck des Ribbens ist nämlich eben der, welchen man beim Schwingen im Auge hat. Es besteht in einem kräftigen Ausstreichen des Flachses mittelst des Ribbemessers, Fig. 380, einer dünnen Klinge r von Eisenblech, welche in einen hölzernen Griff s gefaßt ist. Die Arbeiterin sitzt bei diesem Geschäfte, hält eine Handvoll Flachs (eine Riste) in der Linken, breitet dieselbe flach auf einem Stücke dicken Leders aus, welches ihr im Schoße liegt, und führt mit der Rechten das Messer.

Durch die Arbeiten des Brechens, Pokens, Schwingens und Ribbens werden fast alle Holztheile aus dem Baste des Flachses entfernt, und die Fasern des letztern schon in einem gewissen Grade zertheilt oder gespalten. Der Abfall, den jene Operationen liefern, besteht indessen nicht allein aus Schäbe, sondern auch aus einer kleinen Menge Fasern, welche abgerissen werden und sich mit der Schäbe vermengen. Diese Fasern bilden die gröbste Sorte von Werg, welche nur zu den geringsten Gattungen Seilerarbeit u. dgl. tauglich ist. Die Ausbeute an gereinigtem, zum Hecheln fertigen Flachse aus einer bestimmten Menge gerotteter Stengel ist sehr verschieden, je nach Beschaffenheit des Materials, und der mehr oder weniger sorgfältigen Bearbeitung desselben. Durchschnittlich kann man annehmen, daß 100 Pfd. gerotteten und gedörrten Flachses nach dem Brechen noch 45 bis 48 Pfd. wiegen, und durch das Schwingen (oder Ribben) ferner ihr Gewicht auf 15 bis 25 Pfd. vermindern, ungerechnet 8 bis 10 Pfund Schwingwerg.

Das Hecheln. — Selbst durch das sorgsamste Schwingen oder Ribben kann der Flachs nicht in dem Zustande dargestellt werden, welcher zum Spinnen erforderlich ist. Einerseits bleiben nämlich noch ziemlich viele Ueberreste der Schäbe, d. h. zarte Holz und Rindentheile, an den Fasern dergestalt fest hängen, daß sie nur einer eindringenden, jede Faser einzeln in Anspruch nehmenden Bearbeitung weichen; anderseits ist der Bast selbst noch nicht völlig in seine Fasern zertheilt oder gespalten, und es sind viele kurze Fasern mit den langen vermengt, so wie auch

Digitized by Google

manche Fasern gekrümmt und verwirrt liegen. Das Hecheln soll alle diese Unvollkommenheiten heben; es ist demnach dabei auf die Erreichung eines vierfachen Zweckes abgesehen: 1) auf die Entfernung noch vorhandener Schäbetheilchen; 2) auf die Spaltung des Bastes in seine einzelnen, bisher großentheils noch bandartig vereinigten Fasern; 3) auf die Absonderung der zu kurzen Fasern; endlich 4) auf die völlige Gerade- und Parallel-Legung der übrig bleibenden langen Fasern.

Das Werkzeug, durch dessen Anwendung alle diese Zwecke gleichzeitig erreicht werden, die Hechel, ist einem Kamme in der Wirkung zu vergleichen, unterscheidet sich aber von einem solchen wesentlich dadurch, daß sie nicht bloß eine Reihe, sondern eine große Anzahl auf einer Fläche regelmäßig vertheilter Zähne enthält. Die Hechel besteht nämlich aus einem Brette, worauf ein kreisrunder oder länglich viereckiger Raum mehr oder weniger dicht mit senkrecht stehenden, gröberen oder feineren, jederzeit aber sehr scharfen Metallspitzen besetzt ist. Bei den runden Hecheln stehen die Zähne in konzentrischen Kreislinien, sind ungefähr 1½ Zoll lang, ⅛ bis ⅛ Zoll dick und aus runden, oben zugespitzten Drahtstiften gebildet; bei den viereckigen beträgt die Länge 3 bis 6 Zoll, ihre Dicke am Fußende 1 bis 3 Linien, und hierbei verjüngt sich jeder Zahn, mit seinem kreisrunden oder rautenförmigen Querschnitte gleich von unten auf, um oben in eine sehr schlanke Spitze auszulaufen. Die besten Hechelzähne sind die stählernen; sehr gewöhnlich sind aber auch eiserne. An den runden Hecheln enthält der mit Zähnen besetzte Raum bei einem Durchmesser von 5½ bis 6 Zoll (also 24 bis 28 Quadratzoll Flächeninhalt) oft 500 bis 1100 Zähne, also 18 bis 45 auf 1 Quadratzoll. Grobe viereckige Hecheln enthalten z. B. auf 9 Zoll Länge und 4 Zoll Breite 127 Zähne, feine auf 7 Zoll Länge und 2¼ Zoll Breite 599 Zähne; erstere also kaum etwas über 3, letztere dagegen 38 Zähne auf 1 Quadratzoll. Hierdurch erhält man einen Begriff von der höchst verschiedenen Feinheit der Hecheln, d. h. von dem mehr oder weniger dichten Stande der Zähne, welche letzteren zugleich desto dünner und kürzer sind, je gedrängter sie stehen. Im Uebrigen ist die Gestalt der Hecheln allgemein bekannt. Das Verfahren beim Gebrauch derselben besteht darin, daß man eine Riste des durch Ribben oder Schwingen gehörig vorbereiteten Flachses nahe an der Mitte mit der Hand umfaßt, den kleinern Theil ihrer Länge um die Finger wickelt, den größern Theil dagegen fächerartig ausgebreitet auf die Spitzen der Hechel wirft und vorsichtig zu wiederholten Malen darüber hinzieht, wobei man ihn nur allmälig tiefer zwischen dieselben eindringen läßt, um so wenig Fasern abzureißen als möglich. Nachher wird das andere Ende der Riste auf gleiche Weise behandelt. Die kurzen und verwirrten, anfangs mehr, später wenig und zuletzt fast gar nicht mit Schäbetheilchen verunreinigten Fasern, welche in der Hechel zurückbleiben, bilden das, was man Werg oder Hede nennt, und werden von Zeit zu Zeit weggenommen. Man verrichtet das Hecheln wenigstens zwei Mal, indem man mit einer groben Hechel anfängt und mit einer feinen schließt; oft aber geschieht es auf drei oder vier Hecheln von stufenweise größerer Feinheit nach einander. Je weiter man das Aushecheln treibt, desto reiner, feiner und zarter, also geeigneter zu feinen Gespinnsten, wird das Material, aber desto mehr verringert sich dessen Menge. Jedoch existirt in beiden Bestimmungen für jede bestimmte Flachssorte eine Grenze, über welche hinaus, bei noch länger fortgesetztem Hecheln, weder der Flachs feiner wird, noch sich ferner (vorsichtige und geschickte Arbeit vorausgesetzt) Werg absondert.

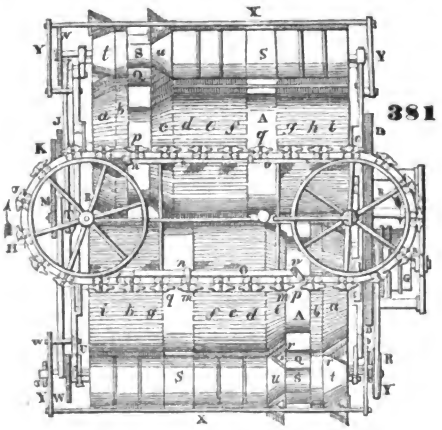
An sorgfältig geschwungenem oder geribbtem Flachse erleidet man selten mehr als 1 Prozent des Gewichtes Verlust, welcher zum Theil aus lose abfallender Schäbe und zum Theil aus Staub besteht; der gehechelte Flachs und das Werg zusammengenommen wiegen also 99 Prozent, wovon 50 bis 80 Flachs sind, je nachdem das Hecheln mehr

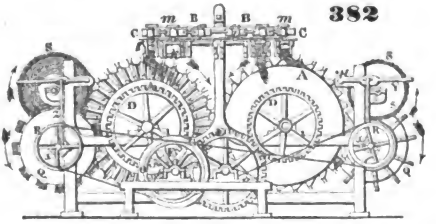
Digitized by Google

oder weniger weit getrieben, und mit mehr oder weniger Geschicklichkeit ausgeführt worden ist. Berücksichtigt man den Gewichtverlust beim Brechen und Schwingen, so ergibt sich, daß von 100 Pfd. gerotteter und gedörrter Stengel im Durchschnitte nicht mehr als etwa 10 Pfund gehechelten Flachses erhalten werden.

Hechelmaschinen sind neuerlich besonders in England vielfältig ausgeführt worden, und es war natürlich, daß man auf die Konstruktion solcher Maschinen das Augenmerk richtete, nachdem die große Vervollkommnung und Ausdehnung der mechanischen Flachsspinnerei dringend dazu aufforderte, auch die nach der gewöhnlichen Methode sehr viel Hände erfordernde, folglich sehr kostspielige Arbeit des Hechelns durch Maschinerie verrichten zu lassen. Indessen scheint es nicht, daß bisher das Problem, Hechelmaschinen zu bauen, welche den Flachs völlig so rein und ohne größeren Werg-Abfall hecheln können, als dieß mit den Handhecheln geschieht, wirklich gelöst sei. Wenigstens wird — soviel bekannt — selbst in englischen Spinnereien noch meistentheils mit der Hand gehechelt.

Bei Wordsworth's Hechelmaschine, von welcher Fig. 381 den Grundriß und Fig. 382 eine Endansicht darstellt, ist die Einrichtung so





getroffen, daß eine Reihe hinter einander hergehender Flachsristen der successiven Einwirkung umlaufender walzenförmiger Hecheln von ver-

Digitized by Google

schiedenen Graden der Feinheit unterworfen wird; während zugleich das in den Hecheln hängen bleibende Werg durch Bürsten- und Kratzen-Zylinder abgenommen und in eigenen Behältern aufgesammelt wird. Die hier abgebildete Maschine ist doppelt, d. h. sie bearbeitet zwei Reihen von Flachsristen zu gleicher Zeit.

A, A sind zwei große Trommeln, auf deren Umkreis mehrere der Länge nach laufende, mit Hechelzähnen besetzte messingene Rippen a b c d e f g h i angebracht sind. Diese Rippen liegen nahe bei einander, und die Zähne stehen auf denselben in radialer Richtung, d. h. so, daß sie verlängert die Achse der Trommel schneiden würden. Jede Trommel dreht sich mit den Enden ihrer Achse in Lagern, welche sich in dem Gestelle der Maschine befinden. Mit B, B findet man zwei horizontale Räder oder Rollen bezeichnet, deren Achsen vertikal stehen, und über welche eine endlose Kette C C C C gelegt ist. An dieser Kette befinden sich die Zangen oder Halter, in welchen man die Flachsristen befestigt. Das eine Ende einer jeden der beiden Trommeln A trägt ein Zahnrad D; und diese beiden Räder D, D stehen durch ein drittes Zahnrad E und ein Getrieb F (Fig. 382) mit einander in Verbindung. Das Getriebe F sitzt auf der Achse der die ganze Maschine treibenden Riemenrolle G. Wenn daher mittelst des dazu gehörigen Riemens, durch die Kraft der Dampfmaschine die Achse von G folglich das Getrieb F umgedreht wird, so werden vermöge dessen Eingreifen in die Räder E und D, D die Hecheltrommeln A, A gleichzeitig umgedreht, aber nach entgegengesetzten Richtungen, wie die Pfeile in Fig. 382 anzeigen. Die Flachsristen, welche der Bearbeitung unterworfen werden sollen, sind in Zangen k eingeklemmt, und diese wieder an ihren Haltern H, H aufgehangen, welche sich an der endlosen Kette C befinden. Der untere Theil einer jeden Riste hängt frei herab, und wird der Einwirkung der Hecheln ausgesetzt, während man den oberen Theil zusammenwickelt und durch einen Federhebel an dem Halter befestigt. Jeder Halter besteht aus einer Art Gabel mit Haken an den unteren Enden, worin die Enden der Zangen k gelegt werden. Von dem obern Theile der gabelförmigen Halter ragt ein senkrechter Stift hervor, welcher, indem er in eine Dille l an der Kette C eingesteckt wird, eine Drehungsachse für den Halter bildet, damit dieser in einem bestimmten Zeitpunkte der Arbeit sich um sich selbst wenden kann. An dem obern Ende des gedachten als Achse dienenden Stiftes befindet sich ein kleiner Arm m (Fig. 382) in rechtwinkeliger Stellung gegen die Fläche des Halters H. Indem nun die endlose Kette C die mit ihr verbundenen Halter mit sich fortführt, kommen die erwähnten Arme m zu einer bestimmten Zeit in Berührung mit feststehenden Stiften n, n (Fig. 381) an den Leitstangen o o, längs welcher die Kette hingleitet; und dadurch wird veranlaßt, daß die Halter eine halbe Umdrehung um sich selbst machen, folglich von diesem Augenblicke an die entgegengesetzte Seite des Flachses den Hecheln darbieten.

Ein Getrieb an dem Ende der Achse einer der Trommeln A setzt ein System von gezahnten Rädern J, K, L, M, N in Bewegung; an der Achse des letztgenannten Rades *) befindet sich ein konisches Getrieb, und dieses greift in ein konisches Rad am untern Ende der Achse ein, worauf eine der Kettenrollen B, B angebracht ist. Man sieht sonach, daß durch die Umdrehung der Hecheltrommeln A auch der Rolle B eine drehende Bewegung ertheilt wird, wodurch die Kette C in Zirkulation kommt und die mit ihr verbundenen Flachsristen längs der Trommeln A, A hinführt.

*) Dieses Rad und dessen Buchstabe N ist in der Abbildung nicht sichtbar; gleichwohl kann das Wesentliche der Beschreibung verstanden werden.
Anm. der Beard.

Digitized by Google

Wenn ein Halter nach z (Fig. 381) kommt, so tritt die in demselben eingespannte Flachsriste in Berührung mit der umlaufenden Trommel A, und zwar zuerst mit den groben Hecheln bei a, a, welche auf einer geneigten oder konischen Oberfläche der Trommel stehen. Dadurch geschieht es, daß für diesen Augenblick nur die untersten Enden (die Spitzen) des Flachses von den Hechelzähnen erreicht werden; nachher auch die weiter oben liegenden Theile, und endlich die ganze frei herabhängende Länge der Riste. Diese successiv fortschreitende Einwirkung der Hecheln bewirkt, daß die Spitzen eher ausgehechelt sind, als der mittlere Theil, und dieser wieder früher als der obere Theil der Riste, wodurch dem Abreißen der langen Fasern vorgebeugt, also weniger Flachs in Werg verwandelt wird, als der Fall sein würde, wenn man sogleich die ganze Länge des Flachses der Einwirkung der Hecheln aussetzte.

Nachdem die Riste über die erste geneigte oder konische Oberfläche a der Hecheltrommel hinweggegangen ist, kommt sie auf den zylindrischen Theil b, welcher ebenfalls mit groben Zähnen besetzt ist, und die ganze herabhängende Länge des Flachses durchkämmt. Um aber beide Seiten der Riste gleichmäßig zu bearbeiten, wird während der Zeit, welche dieselbe braucht, um den nach b folgenden leeren Theil p der Trommel zu überschreiten, der Halter auf die schon erklärte Weise halb um seine Achse gedreht. Der untere Theil der Leitstange o, auf welcher die Kette gleitet, ist an dieser Stelle weggeschnitten, damit die Drehung des Halters ohne Hinderniß erfolgen kann; und ein von der untern Seite der Leitstange hervorspringender Stift bewirkt, bei der fortgesetzten Bewegung der Kette, daß der Halter sich parallel zur Kette stellt, also die Wendung vollständig Statt hat. Die zweite Seite der Flachsriste, welche nunmehr den Hecheln ausgesetzt ist, kommt zunächst wieder auf einen konischen Theil der Trommel, nämlich c, und alsdann ferner auf den zylindrischen Theil d e f, wo sie Hecheln von stufenweise größerer Feinheit begegnet. Während die Riste hierauf über die zweite leere Stelle q der Trommel hingeht, wird sie durch den schon beschriebenen Mechanismus abermals umgewendet, damit nun die erste Seite (welche schon den Hecheln a, b ausgesetzt war) durch die an Feinheit zunehmenden Hecheln g, h, i behandelt wird. Am Ende der Maschine ankommend, werden jetzt die Halter nach der Reihe abgenommen; man kehrt die Risten in den Zangen um (so daß die bisher nicht gehechelten Enden der Flachsfasern heraushängen) und setzt die Halter sogleich wieder an der Kette ein. Um aber eine ununterbrochene Arbeit der Maschine zu erhalten, wird empfohlen, die Halter bei dieser zweiten Einführung gleich an der entgegengesetzten Seite des Rades oder der Rolle B, nämlich bei y, anzubringen, wonach sie nicht erst nöthig haben, den Weg um die halbe Peripherie von B zurückzulegen, bevor sie auf den Hechelbeschlag der zweiten Trommel A gelangen. Die Wirkung dieser zweiten Trommel ist völlig jener der ersten gleich, und die oben gemachte Beschreibung gilt deßhalb hier ebenfalls Wort für Wort. Haben die Risten den Weg auch über diese Trommel vollendet, so werden sie abgenommen und als fertig gehechelt bei Seite gelegt.

Da verschiedene Sorten des Flachses eines stärkeren oder schwächeren Hechels bedürfen, so muß man im Stande sein, die Geschwindigkeit der Kette C, im Verhältniß zur Umdrehungs-Geschwindigkeit der Hecheltrommeln A zu verändern. Dieß geschieht durch Auswechslung einiger Räder und Getriebe in dem Räderwerke, durch welches die Rolle B getrieben wird. Je langsamer das Fortschreiten der Kette ist, desto länger bleibt der Flachs dem Angriffe der Hecheln ausgesetzt, und desto mehr wird er also von ihnen bearbeitet.

Um das zwischen den Hechelzähnen hängen bleibende Werg von den Trommeln A, A abzunehmen, dienen die Bürsten (mit Schweinsborsten-Büscheln besetzten Stäbe), welche auf den Walzen Q, Q, parallel zu

Digitized by Google

deren Achse, angebracht sind. Es ergibt sich von selbst, daß die den zylindrischen Theilen der Hecheltrommeln gegenüber stehenden Theile der Bürstenwalzen ebenfalls zylindrisch, dagegen die den konischen Theilen entsprechenden umgekehrt konisch sein müssen, damit überall die gehörige Berührung zwischen den Bürsten und den Hecheln Statt findet. Man sehe r und s, in Fig. 381.

Den Bürstenwalzen Q wird die Umdrehung mittelst Riemen ertheilt, welche von den Scheiben bei G (an der Achse des Getriebes F) auf die Rollen R, R (an den Achsen der Bürstenzylinder) laufen; s. Fig. 382. Einer von diesen Riemen ist gekreuzt, der andere nicht, damit beide durch ihre gleiche Bewegungs-Richtung die entgegengesetzte Umdrehung der Bürsten hervorbringen.

Das auf den Bürsten angesammelte Werg wird von zwei Kratzenwalzen S, S aufgenommen, welche mit Kratzenleder nach Art der bei den Baumwollkrempeln gebräuchlichen, bezogen sind, und durch ihre Eisendrahthäkchen sich der Fasern bemächtigen. Man begreift leicht, daß auch diese Walzen nur dort zylindrisch sein können, wo ihre Peripherie jener der zylindrischen Theile an den Bürsten- und Hechelwalzen gegenüber steht; daß sie hingegen an den übrigen Stellen konisch sein müssen, gleich a und c an den Hecheltrommeln. Diese konischen Theile sind in Fig. 381 bei t und u zu bemerken. Die Kratzenwalzen empfangen ihre Umdrehung durch Riemen von einer Scheibe, welche bei T (Fig. 381) an der Achse des Rades M angebracht ist. Jene Riemen liegen auf zwei anderen Scheiben V, V, welche auf kurzen, in den Gestellwänden gelagerten Achsen sich befinden. Jede dieser Achsen trägt ferner ein Getrieb, welches in ein Zahnrad W eingreift, und letzteres sitzt auf der Achse der Kratzenwalze S. Vermöge dieser Veranstaltung ist die Umdrehung der Kratzenwalzen verhältnißmäßig langsam, weshalb die schnell umlaufenden Bürstenwalzen Q, Q das von ihnen aufgenommene Werg an die Häkchen des Kratzenbeschlages eben so absetzen, wie die große Trommel der Baumwollkratzen die Baumwolle in den Beschlag der kleinen Trommel absetzt.

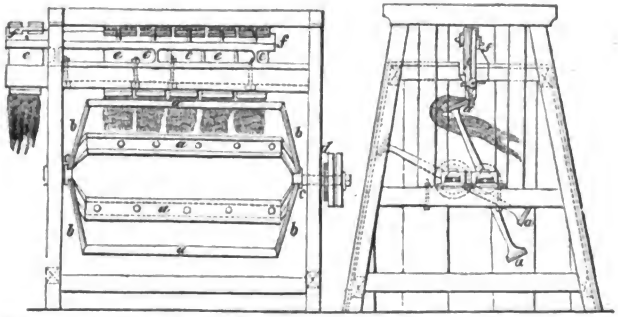
Um endlich von den Kratzenwalzen das Werg wieder zu entfernen, ist neben jeder dieser Walzen ein Kamm X angebracht (Fig. 381), welcher mit seinen Enden in Hebeln Y, Y hängt, die selbst wieder ihre Drehungspunkte in w (Fig. 382) haben. Die senkrechten Zugstangen z, Fig. 382, sind oben an Y, Y mittelst Gelenken eingehangen, und stehen unten mit Krummzapfen x, x in Verbindung, durch deren Umdrehung sie den Hebeln Y, mithin den Kämmen X, eine oszillirende Bewegung ertheilen. Die Konstruktion und Wirkung dieses Mechanismus stimmt mit jener des Kammes an den Baumwollkratzen überein (s. Seite 110). Daher wird das Werg in Gestalt eines Vließes oder einer Watte abgelöset, und fällt so, lose zusammenhängend, in ein untergesetztes Gefäß.

Neuerlich hat Evans in England ein Patent für gewisse Maschinen zum Schwingen und Hecheln des Flachses genommen, welche — so viel bekannt — von Girard erfunden sind.

Fig. 383 stellt die Schwingmaschine in der Seitenansicht, Fig. 384 dieselbe in der vordern Ansicht dar. Die wesentlichsten Bestandtheile, in welchen die Erfindung hauptsächlich besteht, sind zwei sich umdrehende Schläger, deren jeder aus zwei langen, breiten und dünnen, an den Kanten abgerundeten Schienen a, a von hartem Holze gebildet ist. Diese zwei zusammengehörigen Schienen sind, parallel zu einander, an den gegenüberliegenden langen Seiten eines sechseckigen Rahmens b b befestigt, und letzterer dreht sich mit seinen Zapfen in Lagern des Gestells, wie die Vergleichung beider Abbildungen hinlänglich ergibt. Die zwei Schläger drehen sich in entgegengesetzten Richtungen um, und liegen so neben einander, daß der eine durch die Oeffnung des andern ungehindert hindurchgeht (s. Fig. 383). Um dieß zu erreichen, ist an der

Digitized by Google

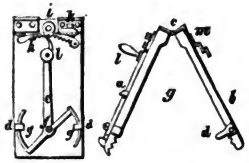
384 **383**



Achſe eines jeden Schlägers ein Zahnrad wie d (Fig. 384) angebracht; beide Räder, welche gleichviel Zähne enthalten, greifen in einander ein, und führen die Schläger dergeſtalt herum, daß der eine ſenkrecht ſteht in dem Augenblicke, wo der andere die horizontale Lage hat.

Der nach gewöhnlicher Weiſe gebrochene Flachs wird riſtenweiſe in hölzerne Zangen oder Halter befeſtigt, welche man alsdann oberhalb der Schläger in die Maſchine einſchiebt und ihren Weg durch dieſelbe machen läßt. Die Einrichtung der Zangen geht aus den zwei Anſichten Fig. 385 und 386 hervor. a und b ſind zwei Bretter, welche oben durch ein Charnier c mit einander zuſammenhängen, ſo daß ſie ſich öffnen und ſchließen laſſen. Die unteren Enden beider Bretter ſind auf der innern Fläche mit querlaufenden Kerben verſehen, damit ſie den zwiſchen ſie gelegten Flachs feſthalten. d, d ſind zwei von dem Brette b hervorragende Theile, von welchen jeder mit einem durchgehenden Loche verſehen iſt, und auf der äußeren Fläche des Brettes a befindet ſich ein zweiarmiger, am Ende jedes Armes mit einem bogenförmigen Keile g verſehener Hebel e, der um einen Stift f ſich dreht. Die Keile g, g treten in die Löcher der Vorſprünge d, d ein, wenn der Hebel angemeſſen gedreht wird, und drücken alsdann die beiden Bretter feſt aneinander. Oben auf dem Brette a iſt ein ſchräggezahnter, um den Stift bei i drehbarer Kreisbogen h angebracht, der durch eine Feder bei k niedergedrückt wird. Eine ſenkrechte Fortſetzung oder ein dritter Arm des Hebels e bildet einen Sperrkegel, welcher von den Zähnen des Bogens h aufgenommen wird, ſo daß hierdurch die Keile g, g in der ihnen gegebenen Lage erhalten werden, und die Zange ſich nicht durch die in der Maſchine Statt findenden Erſchütterungen öffnen kann. Die Bewegung des Hebels e geſchieht mittelſt des Handgriffes l. Um die Zange zu öffnen, muß der gezahnte Bogen h aufgehoben und der Hebel e mittelſt l dergeſtalt verſchoben oder herumgedreht werden, daß die Keile g, g aus d, d heraustreten, worauf ſich alsdann die Bretter von einander entfernen laſſen. Mittelſt eines zwei Mal rechtwinkelig gebogenen Eiſenbleches m (Fig. 386), welches ſich außen auf dem Brette b befindet, werden die Zangen in der Schwingmaſchine ſo aufgehangen, daß ſie ſich in derſelben, den Schlägern entlang, fortſchieben können.

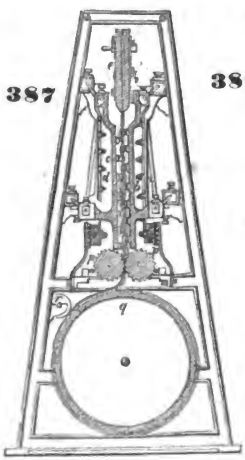
385 **386**

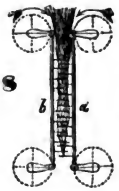


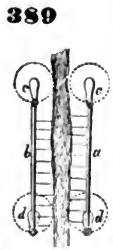
Digitized by Google

Bei c, c, c, in Fig. 383 und 384 sieht man eine Anzahl auf diese Weise angebrachter, mit Flachs gefüllter Zangen auf der dazu bestimmten horizontalen Stange f hängen, wo sie der Einwirkung der Schläger a, a ausgesetzt sind. Um die Zangen in die Maschine einzubringen, hängt man eine nach der anderen auf das herausragende Ende der Stange f. und schiebt sie alsdann in das Innere. Ist die Bearbeitung des Flachses vollendet, so hohlt man sie oben wieder heraus, und führt dagegen neue von der Seite ein. Die ganze Maschine ist mit Brettern verschalt, so daß sie einen verschlossenen Kasten bildet, innerhalb dessen die Schläger und die mit Flachs gefüllten Zangen sich befinden. Man kann ein Windrad oder einen anderen Blase-Apparat anbringen, um den Staub aus dem Kasten fortzutreiben, und durch einen Schlauch in die freie Luft zu führen.

Fig. 387 ist ein senkrechter Durchschnitt der Hechelmaschine, zu deren Erläuterung außerdem die Fig. 388 bis 392 dienen. Die Hecheln sind auf vertikalen Rahmen a, b, c, d so angebracht, daß ihre Zähne horizontal stehen; und die Zangen e, mit den in ihnen eingeklemmten Flachsristen, hängen wie in der Schwingmaschine auf einer wagrechten Stange, welche sich nach der Länge der Hechelmaschine erstreckt.





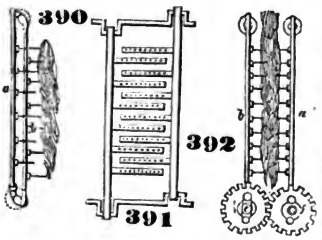


Mittelst der Fig. 388 und 389 soll zunächst die Art erklärt werden, wie die Hecheln angebracht sind und wie sie ihre Wirkung ausüben. — Man nehme an, es seien zwei Reihen Hecheln, mit den Spitzen einander entgegenstehend, auf zwei Rahmen a, b befestigt; und jeder dieser Rahmen sei an zwei Krummzapfen c, d eingehangen. Den sämmtlichen Kurbeln werde gleichzeitig und gleich schnell eine Umdrehung, aber so gegeben, daß die der einen Seite sich nach entgegengesetzter Richtung drehen, im Vergleiche mit jenen der anderen Seite. Es ist hiernach klar, daß alle Punkte der Rahmen und der Hecheln Kreislinien gleich den Bahnen der Krummzapfen durchlaufen, welche durch Punktirung angedeutet sind. Wenn man von der durch Fig. 388 angegebenen Stellung ausgeht, und die daselbst gezeichneten Pfeile berücksichtigt, so erkennt man leicht, daß, indem die Krummzapfen den ersten Viertelkreis nach abwärts durchlaufen, die Hechelzähne den zwischen ihnen herabhängenden Flachs kämmen, dann sich aus demselben zurückziehen, und somit Alles die Stellung wie in Fig. 389 annimmt. Bei dem zweiten Viertel der Umdrehung entfernen sich die Hecheln noch weiter vom Flachse und steigen zugleich in die Höhe; bei dem dritten Viertel dauert die Aufsteigung fort, aber es tritt schon wieder eine Annäherung an den Flachs ein, welche jedoch nicht bis zur Berührung geht; bei dem letzten Viertel, womit ein Umgang der Krummzapfen beschlossen wird, treten die Hecheln in den Flachs ein, und beginnen zugleich ihren Niedergang, also die Wirkung des Auskämmens oder Hechelns. Von dem Zeitpunkte an, wo nun abermals die Stellung wie

Digitized by Google

in Fig. 388 erreicht ist, beginnt der ganze schon beschriebene Vorgang sich zu wiederholen. Jeder einzelne Hechelzahn bearbeitet demnach nur eine geringe Länge der Flachsfasern, aber durch die vielen vorhandenen Hecheln wird die ganze Länge der Riste gekämmt und von Schäbe und Werg gereinigt.

Bei der eben erklärten Anordnung tritt der sehr nachtheilige Umstand ein, daß die Hechelzähne, indem sie sich aus dem Flachse zurückziehen, viele Fasern desselben mit sich nehmen, diese abreißen, und somit die Menge des abfallenden Werges weit über das natürliche Verhältniß vergrößern. Dieser Fehler wird bei der gegenwärtigen Maschine auf eine einfache und höchst sinnreich erfundene Weise verhindert. Statt nämlich auf jeder Seite der Flachsristen nur ein einziges System der Hecheln anzubringen, läßt der Erfinder zwei solche Systeme wirken, welche dergestalt mit einander kombinirt sind, daß, wenn das eine sich aus dem Flachse zurückzieht, das andere in denselben eintritt, und also die Fasern verhindert, den herausgehenden Hecheln zu folgen. Die Fig. 390 und 391 erläutern diese schöne Einrichtung. Fig. 390 ist eine Seitenansicht der zwei zusammengehörigen Hechelsysteme a und b der einen Seite; Fig. 391 eine Flächenansicht derselben. Jedes System besteht aus einem vertikalen, oben in die Krummzapfen eingehangenen Stabe und mehreren davon ausgehenden horizontalen Armen, von welchen jeder eine Reihe Hechelzähne trägt. Die Arme des einen Stabes stehen zwischen jenen des anderen Stabes (s. Fig. 391), und gehen zwischen denselben hindurch, ohne sie zu berühren, wenn das Ganze in Bewegung ist. Die Krummzapfen der beiden Stäbe sind einander entgegengesetzt, und daher kommt es, daß der eine Stab mit seinen Hecheln aufsteigt und vom Flachse zurückweicht, während der andere niedergeht und in den Flachs eingreift (s. Fig. 390). — Fig. 392 zeigt, wie die Hechelsysteme der beiden Seiten einander gegenüber stehen und den Flachs zwischen sich haben. Die Zahnräder e, f bringen, indem sie in einander eingreifen, die mit gleicher Geschwindigkeit, aber in entgegengesetzten Richtungen Statt findenden Bewegungen der Krummzapfenwellen hervor. Es ist von selbst klar, daß die Hechelzähne der einen Seite nie jene der anderen Seite berühren dürfen; obschon sie ganz durch den Flachs hindurch eingreifen; ihre Stellung muß dem angemessen berechnet sein.



Um eine größere Anzahl Flachsristen in der Maschine bearbeiten zu können, begnügt man sich sogar nicht damit, auf jeder Seite zwei Systeme oder Rahmen mit Hecheln anzubringen, sondern man verbindet deren drei mit einander, und läßt sie durch dreifache Krummzapfen in Bewegung setzen. Das mittlere System besteht alsdann aus einem senkrechten Stabe, von welchem rechts und links horizontale Arme mit Hechelzähnen ausgehen; die beiden anderen Systeme sind aber aus einem Stabe gebildet, der nur einwärts sich erstreckende Arme hat; und es ergibt sich hiernach von selbst, daß die Bewegungen der beiden anderen Systeme übereinstimmend und den Bewegungen des mittleren Systems entgegengesetzt sein müssen.

Die in Fig. 387 abgebildete Maschine enthält vier Systeme von Hecheln, nämlich a, b an der einen und c, d an der anderen Seite; die Flachsristen sind auf die schon bekannte Weise in Zangen wie e eingeklemmt, hängen zwischen den Hecheln herab, und werden durch eine langsam zirkulirende Kette ohne Ende nach und nach durch die ganze

Digitized by Google

Länge der Maschine fortbewegt, so daß man an einem Ende der letzteren immer neue Zangen einsetzt, und am andern Ende die mit dem fertig bearbeiteten Flachse herausnimmt, folglich die Arbeit ununterbrochen fortgeht. Dabei ist die Einrichtung so getroffen, daß der Flachs anfangs mit groben, dann mit stufenweise feinern Hecheln in Berührung kommt. Um zu erreichen, daß die Risten zuerst am untern Ende zu einem gewissen Grade ausgehechelt werden, bevor die Einwirkung auf die weiter oben befindlichen Theile anfängt, läßt man an den Hecheln, welchen der Flachs zuerst ausgesetzt ist, oben einige Reihen Zähne weg. Das von den Hecheln bei ihrem Niedersteigen mitgenommene Werg wird von zwei geriffelten Walzen p, p gefaßt, aus den Zähnen herausgezogen, und durch die Umdrehung einer Trommel q um letztere aufgewickelt, wobei eine an der Trommel liegende Druckwalze r die Aufwickelung regulirt, indem diese Walze das Werg zusammendrückt, und es nöthigt, sich dicht um die Trommel zu legen. — Da es hier nur um eine allgemeine Idee der Maschine zu thun ist, so werden mehrere, übrigens ebenfalls wichtige und schön ausgedachte Einzelnheiten der Konstruktion übergangen. Man muß leider bezweifeln, daß diese Maschine mit vollkommenem Erfolge zu arbeiten im Stande sei, in sofern der Flachs durch die Hecheln, welche nicht nach seiner ganzen Länge hindurchziehen, sondern nur einen kurzen Weg durchlaufen, mehr zerschlißt als vollständig in isolirte Fasern zertheilt werden wird. Der Abfall an Werg muß demnach auch das rechte Maß bedeutend übersteigen. Zu diesem Schlusse berechtigen wenigstens Versuche, welche in Paris mit einem Modelle angestellt worden sind.

Spinnen des Flachses. — Das Spinnen auf dem Spinnrade (die Handspinnerei) kann hier, als ein allgemein bekannter Gegenstand, füglich übergangen werden; dagegen verdient die neuerlich bereits in sehr ausgedehnte Anwendung gekommene Maschinen-Spinnerei eine ausführliche Erörterung.

In Großbrittanien wurden Versuche, den Flachs auf Maschinen zu verspinnen, bereits zu Ende des vorigen Jahrhunderts gemacht. In Frankreich strebte bekanntlich Napoleon, durch Ausschreibung des großen Preises von 1 Million Franken diesen Industriezweig zu schaffen, und obschon Niemand diesen Preis erhielt, so hatte doch die Hoffnung auf denselben viele Bemühungen hervorgerufen, worunter die der Brüder Girard, ungefähr um das Jahr 1810, mit dem meisten Erfolge gekrönt waren. Philipp Girard wurde 1815 von der österreichischen Regierung aus Paris nach Oesterreich berufen und behufs der Anlegung einer mechanischen Flachsspinnerei bedeutend unterstützt. Diese Spinnerei bestand, in der Nähe von Wien (zu Hirtenberg), mehrere Jahre, arbeitete 1819 mit 20 Feinspinnmaschinen, produzirte zwar sehr schöne Garne, hat aber niemals günstige ökonomische Resultate geliefert, und ist später ganz eingegangen. Keinen bessern Erfolg hatten die von Anderen sowohl in Frankreich als in Oesterreich gegründeten Unternehmungen dieser Art. Die neuere, vervollkommnete Flachsspinnerei mittelst Maschinen ist von Großbrittanien ausgegangen, und einzelne davon unabhängige Versuche in diesem Fache, welche Deutschland und Frankreich fortwährend aufzuweisen haben, sind daneben von keiner Bedeutung.

Die Verarbeitung des gehechelten Flachses bis zum fertigen Garne, wie sie in den mechanischen Spinnereien Statt findet, besteht aus folgenden Operationen:

1) Die Verwandlung des Flachses in ein Band von ziemlich gerade und parallel liegenden Fasern, welches die Grundlage des künftigen Garnfadens darstellt;

2) Die Streckung dieses Bandes, wodurch dasselbe verfeinert und die parallele Lage seiner Fasern vollkommen zu Stande gebracht wird;

Digitized by Google

3) Das Vorspinnen, nämlich die Umwandlung des gestreckten Bandes in einen groben, locker gedrehten Vorgespinnst-Faden, durch fernere Ausdehnung, verbunden mit einer geringen Drehung;

4) Das Feinspinnen, wodurch aus dem Vorgespinnste, mittelst fortgesetzter Ausdehnung und verstärkter Drehung, das Garn entsteht.

In einigen Spinnereien wird der Flachs, bevor man daraus die Bänder bildet, auf einer Schneidmaschine (cutting or breaking machine) in zwei oder drei Theile zerschnitten oder vielmehr zerrissen, so daß dadurch kürzere Fasern entstehen, die sich leichter versponnen lassen. Diese Vorbereitung, welche nur nachtheilig für die Festigkeit des Gespinnstes sein kann, ist durch die neuere Methode, beim Spinnen heißes Wasser anzuwenden (s. unten), völlig überflüssig gemacht.

1. Darstellung der Flachsbänder (Anlegen, erstes Ausziehen, first drawing). — Um die Flachsfasern, welche in den gehechelten Risten sehr ungleich vertheilt sind (indem jede Riste in der Mitte viel dicker ist, als an den Enden), zu einem ziemlich regelmäßigen Bande zusammenzuordnen, bedient man sich mehrerer Walzen in Verbindung mit einem Systeme sich fortbewegender feiner Hecheln. Dieser bewegliche Hechelapparat (gill), der übrigens auf mancherlei Weise eingerichtet sein kann, bildet eine charakteristische Eigenthümlichkeit sämmtlicher Maschinen, durch welche der Flachs zur mechanischen Spinnerei vorbereitet wird. Auf der Anlegemaschine oder ersten Zugmaschine werden die geöffneten und ausgestreckten Flachsristen dergestalt an einander gereiht, daß sie mit den dünnen Enden über einander greifen, und das Ganze so viel möglich gleiche Dicke erhält. Dieses Anlegen geschieht auf einem über zwei Walzen ausgespannten Tuch ohne Ende. Das Fortrücken dieses Tuches (durch Umdrehung seiner Walzen) führt den Flachs zwei glatten eisernen Walzenpaaren zu, welche ihn ergreifen und weiterbefördern. Beim Austritte aus dem zweiten Walzenpaare wird er von den Zähnen des schon erwähnten Hechelapparates (gill) aufgenommen, welche ihn in ihrer Bewegung fortziehen, und zwar schneller, als er ihnen aus den Einführungswalzen zukommt, so daß eine Verlängerung (Streckung) der Flachsmasse, bei deren Uebergang von den Walzen auf die Hecheln, Statt findet. Der Hechelapparat besteht aus einer Anzahl (30 bis 50) horizontaler und paralleler Metallstäbchen von etwa $\frac{3}{4}$ Zoll Breite (deren Richtung jene des Flachses rechtwinkelig durchkreuzt), und zirknlirt gleich einem über zwei Walzen oder Rollen gelegten endlosen Bande. Jedes Stäbchen ist mit zwei Reihen scharf zugespitzter stählerner Hechelzähne von der Länge und Dicke starker Nähnadeln besetzt. Die bei der zirkulirenden Bewegung jeweilig oben befindliche Hälfte der Hecheln schreitet in horizontaler Richtung, von den Einführungswalzen sich entfernend, fort, und zieht also den Flachs mit sich. Sie überläßt ihn hierauf an ein Paar Ablieferungswalzen, aus welchen er in Gestalt eines lockern, 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll breiten Bandes hervorgeht, das in einer untergesetzten blechernen Kanne aufgefangen wird. Die Peripherie-Geschwindigkeit der Ablieferungs-Walzen ist etwas größer als die Geschwindigkeit der Hecheln; daher findet bei dem Uebergange des Flachses aus Letzteren in die Walzen noch eine Streckung desselben Statt. Verfolgt man den Lauf der einzelnen Hecheln, so findet man, daß eine jede derselben in der Nähe der Einführungswalzen emporsteigt und mit ihren Zähnen den Flachs faßt; nachher aber, in unmittelbarer Nachbarschaft der Ablieferungswalzen, den Flachs wieder losläßt, herunter sinkt, und die untere Hälfte ihres Weges unthätig zurücklegt, bis sie bei den Einführungswalzen abermals in die Höhe steigt und in den Flachs eingreift. — Eine Abbildung der Anlegemaschine wird hier nicht gegeben, weil diese Maschine mit der sogleich zu beschreibenden Streckmaschine im Wesentlichen übereinstimmt, und man sich nur an der Stelle der

Digitized by Google

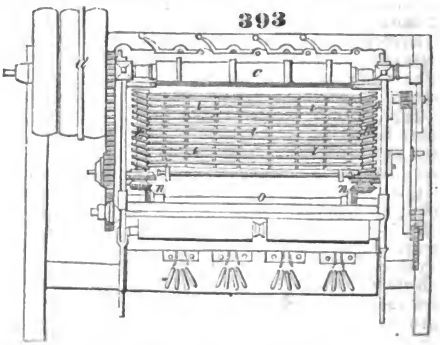
drei Einführungswalzen (d, e, f, Fig. 395) vier ſolche Walzen (zwei und zwei über einander liegend) nebſt dem davor befindlichen endloſen Zuführtuche zu denken hat.

2. Strecken der Bänder. — Es iſt hierunter ein fortgeſetztes und ſtärkeres Ausziehen des von der vorigen Operation herrührenden Flachsbandes zu verſtehen, wobei man zwei, drei, oder mehrere jener Bänder zuſammenlegt und vereinigt. Zweck und Nutzen dieſer Behandlung geben aus dem hervor, was über das Strecken und Dupliren der Bänder im Artikel Baumwollſpinnerei geſagt wurde (S. 115). Sie wird übrigens zwei Mal nach einander, auf getrennten (jedoch übereinſtimmend gebauten) Maſchinen vorgenommen. Das eine Mal, auf der zweiten Zugmaſchine (second drawing) vereinigt man 2, 3, 4 Bänder, und ſammelt das daraus entſtehende neue Band in einer blechernen Kanne auf; das andere Mal auf der dritten Zugmaſchine (third drawing) nimmt man wieder einige Bänder der vorigen Zugmaſchine zuſammen und behandelt ſie in gleicher Weiſe.

Die zweite und dritte Zugmaſchine haben kein Zuführtuch (indem die mit Band gefüllten Blechkannen ihnen vorgeſetzt werden, alſo das Auflegen des Flachſes mit der Hand wegfällt); und ihre Hecheln ſind feiner als jene der Anlegemaſchine.

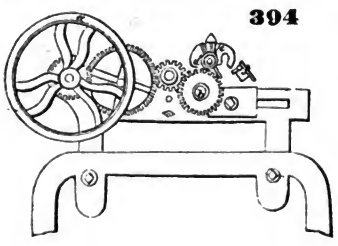
Fig. 393 iſt der Grundriß einer Streck- oder Zugmaſchine (nach

393

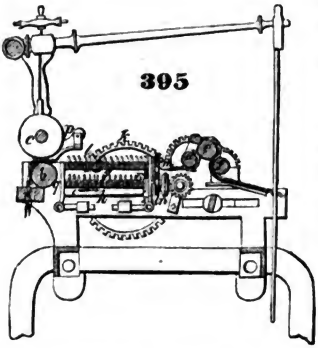


Weſtley und Lawſon, patentirt 1833), worin aber einige der oberen Beſtandtheile weggelaſſen ſind, um den Hechelapparat vollſtändig ſichtbar zu machen; Fig. 394 iſt der Seitenaufriß; Fig. 395 ein ſenkrechter Längen-Durchſchnitt.

394



Die Triebrolle a, auf welche der die Maſchine in Bewegung ſetzende Riemen zu liegen kommt, befindet ſich an der Achſe der unteren Ablieferungswalze b, auf welcher die Oberwalze c mit ſtarkem Drucke laſtet. Beide Walzen ziehen zwiſchen ſich das geſtreckte Flachsband heraus, und laſſen es in die vorgeſetzte Blechkanne fallen. d, e, f ſind drei Einführungswalzen. g, h, i, i iſt der Hechelapparat. Die



einzelnen Hechelu oder Kämme, welche in Fig. 393 und 395 mit i, i, i bezeichnet erscheinen, bilden zwei Reihen, von welchen die obere auf zwei Leisten wie g (Fig. 395), die untere auf zwei anderen Leisten gleich h sich fortbewegt. Die Richtung dieser Bewegungen ist in Fig. 395 durch Pfeile angezeigt und, wie man sieht, eine entgegengesetzte. Jeder Kamm i der untern Reihe steigt, wenn er die letzte Stelle gegen die Einführungswalze d hin erreicht hat, in die Höhe, und gehört alsdann der obern Reihe an, mit welcher er gegen die Ablieferungswalzen b, c fortrückt. Hat er hier die letzte Stelle erreicht, so sinkt er wieder hinab in die untere Reihe. Auf solche Weise entsteht die (S. 741) beschriebene Zirkulation, welche zur Fortführung des in den Zähnen der obern Reihe gefaßten Flachsbandes, von d nach b hin, dient. Die Fortrückung der Kämme wird durch die Achsendrehung von, übrigens festliegenden, Schraubenspindeln bewirkt, zwischen deren Gewindgänge die Enden der Kamm- oder Hechelstangen eingreifen; so daß die Wirkung der einer Schraube ohne Ende zu vergleichen ist. Zwei solche Schrauben k, k (Fig. 393) sind für die obere Reihe, zwei andere für die untere Reihe angebracht. Die obere und die untere Schraube einer jeden Seite sind durch die an ihnen befindlichen, in einander eingreifenden Zahnräder l, m (Fig. 395) verbunden. Außerdem sitzen an den zwei unteren Schrauben konische Getriebe n, n (Fig. 393, 395), welche in eben solche Getriebe an der Querwelle o (Fig. 393) eingreifen. Von dieser Achse aus empfangen, mittelst der eben erwähnten Getriebe und Räder, alle vier Schraubenspindeln ihre Umdrehung. Zu dem Behufe steht die Welle o durch ein Räderwerk (s. Fig. 393 und 394) mit der Achse der untern Ablieferungswalze b in Verbindung, von welcher — wie schon oben gesagt — die Bewegung der ganzen Maschine ihren Ursprung nimmt. Das oben beschriebene Auf- und Niedersteigen der Kämme wird durch eine sehr einfache und sinnreiche Konstruktion bewirkt, welche aus den Zeichnungen nicht zu ersehen ist. Jeder Kamm, welcher in der obern Reihe durch das allmälige Fortrücken bis zunächst an die Ablieferungswalzen b, c gelangt ist, begegnet hier einem Däumlinge oder Finger, welcher ihn nöthigt, in die untere Reihe hinabzusteigen, wo er mit seinen Enden zwischen die Gewindgänge der unteren Schraubenspindeln eintritt, und nun sogleich der entgegengesetzten Fortrückung dieser Reihe folgt. Durch ein gleiches Mittel wird das Aufsteigen aus der untern Reihe in die obere bewirkt. Bei r (Fig. 395) sieht man einen im Aufsteigen begriffenen Kamm. q und s sind Winkelhebel, von welchen der erstere beim Herabsteigen, der letztere beim Hinaufsteigen die Kämme leiten, damit sie diese Bewegung in vertikaler Richtung bewerkstelligen. Sie lehnen sich mit ihren senkrechten Armen an die Kämme, und sind an den horizontalen Armen mit Gewicht beschwert.

3. Vorspinnen (roving). Die Absicht beim Vorspinnen ist, die auf der dritten Zugmaschine produzirten Bänder durch abermaliges Strecken sehr zu verdünnen, und ihnen dann durch gelinde Drehung den nöthigen Zusammenhang zu verleihen, welches Letztere unerläßlich ist, weil bei der nun schon sehr verminderten Dicke, wenn keine Drehung Statt fände, die Fasern sich von einander lösen würden. Der lockere Faden

Digitized by Google

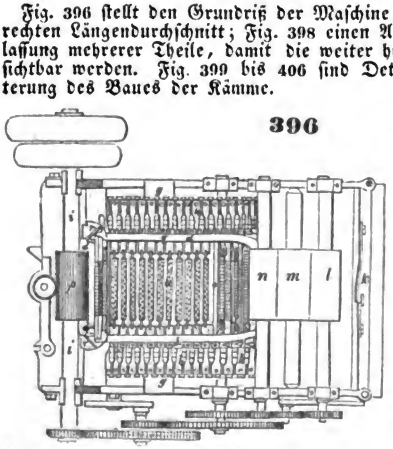
des Vorgespinnstes gleicht an Dicke ungefähr einem ziemlich starken Bindfaden, und enthält etwa 1 Drehung auf 1 Zoll Länge.

Die Vorspinnmaschine weicht von den Zug- oder Streckmaschinen wesentlich nur durch die größere Feinheit ihrer Hecheln oder Kämme und durch die Zugabe von Spindeln ab, welche letzteren senkrecht stehen, und nach dem Prinzipe der Spindeln bei der Water-Spinnmaschine (S. 129) gebaut sind, nämlich eine auf- und niedersteigende Spule und einen gabelförmigen eisernen Flügel haben. Die mit Band gefüllten Blechkannen werden vor die Maschine hingesetzt, und man läßt aus denselben die Bänder (gewöhnlich je zwei vereinigt) zuerst durch die drei Einführungswalzen gehen. Bei dem Austritte aus diesen Walzen wird das Band von dem Hechelapparate in Empfang genommen, und aus diesem wieder durch die zwei Ablieferungswalzen herausgezogen. So wie endlich das Band die Ablieferungswalzen verläßt, gelangt es auf die Spindel, wird durch deren Umlauf gedreht und zugleich um die Spule aufgewickelt.

Neuerlich hat man angefangen, die Spindelbank der Baumwollspinnereien (S. 119) zum Vorspinnen des Flachses anzuwenden. Indessen scheinen selbst in England die so eben mit wenigen Worten erklärten einfachen Vorspinnmaschinen noch am häufigsten im Gebrauch zu sein. Das Nähere ihrer Einrichtung soll nun, nach der von Wordsworth verbesserten Konstruktion, mit Hülfe der Abbildungen (Fig. 396 bis 406) beschrieben werden. Das Bemerkenswertheste an dieser Maschine ist ein eigenthümlicher und sehr schöner Mechanismus zur Bewegung der Hecheln oder Kämme.

Fig. 396 stellt den Grundriß der Maschine vor; Fig. 397 einen senkrechten Längendurchschnitt; Fig. 398 einen Aufriß von vorn, mit Weglassung mehrerer Theile, damit die weiter hinten liegenden vollständig sichtbar werden. Fig. 399 bis 406 sind Detailzeichnungen zur Erläuterung des Baues der Kämme.

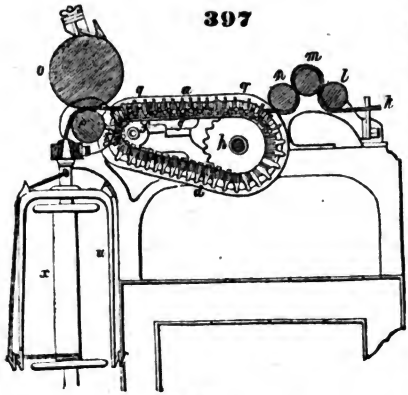
396

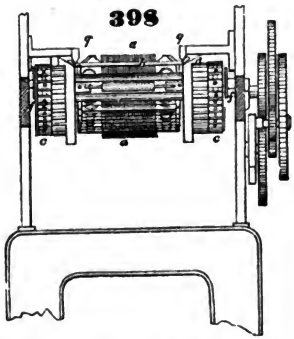


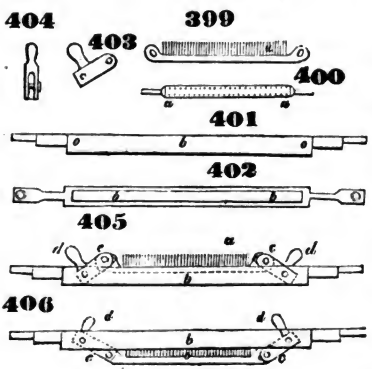
Die Kämme a, a, a sind hier wieder aus stählernen nadelartigen Spitzen gebildet, welche man reihenweise in Metallstäbe eingesetzt hat (s. Fig. 399 Aufriß, 400 Grundriß.) Jeder Kamm ist im Innern eines schmalen Rahmens b aufgehangen, dessen Gestalt Fig. 401 im Aufrisse und Fig. 402 im Grundrisse zeigt. Hierzu dienen zwei kleine Winkelhebel c d, c d, deren Verbindung mit dem Rahmen und dem Kamme aus Fig. 405 zu ersehen ist, so wie die Gestalt dieser Hebel durch die zwei Ansichten Fig. 403, 404 dargestellt wird. Wenn der Kamm in Wirksamkeit ist, ragen dessen Zähne aus dem Rahmen b hervor (Fig. 405); wenn er dagegen aus dem Flachse zurückgezogen ist, hat er in dem Rahmen die versenkte Stellung, welche Fig. 406 anzeigt; und es ergibt sich leicht, wie diese durch einen Druck auf die Arme d, der Hebel c, c hervorgebracht werden kann.

Sämmtliche Rahmen b, b, b sind mit ihren Enden an zwei zirkulirenden endlosen Ketten befestigt, welche über gefurchte Leitungswalzen f, f (Fig. 397, 398) und flache horizontale Leitschienen g, g (Fig. 396, 397)

Digitized by Google







laufen. Zwei größere gefurchtete Walzen oder Scheiben h, h, welche mit ihren Zähnen zwischen die zylindrischen Theile der Rahmen b, b (nahe an deren Enden) eingreifen, bringen durch ihre Umdrehung die fortschreitende und wiederkehrende Bewegung der Ketten und folglich der Kämme hervor, welche in solcher Weise stattfindet, daß die obere Hälfte der Kämme von den Einführungswalzen l, m, n nach den Ablieferungswalzen o, p hin fortrückt, die untere Hälfte aber in entgegengesetzter Richtung. Die Räder h, h empfangen ihre drehende Bewegung durch Räderwerk von der Welle i (Fig. 396), welche mittelst einer Riemenscheibe und eines auf dieser liegenden Riemens ohne Ende durch die Kraft der Dampfmaschine umgetrieben wird. Das Flachsband tritt bei k (Fig. 396, 397) in die Maschine ein, geht zuerst zwischen den Walzen l, m, dann zwischen den Walzen m, n durch; wird ferner durch die Spitzen der obern Reihe von Hecheln oder Kämmen gefaßt und fortgeführt; aus diesen wieder von den schneller gehenden Ablieferungswalzen o, p herausgezogen, und gelangt endlich auf die Spindel, deren Flügel u ihm die Drehung gibt, und deren Spule x es, als nunmehr fertiges Vorgespinnst, aufwickelt (s. Fig. 397.)

Es ist nun noch die Art zu erklären, wie bei der Zirkulation der Kämme dieselben abwechselnd in das Innere

Digitized by Google

ihrer Rahmen zurückgedrängt und wieder aus denselben hervorgehoben werden: Ersteres, wenn sie — in der Nähe der Ablieferungswalzen o, p hinabsteigend — den Flachs loslassen müssen; Letzteres, wenn sie — bei der Walze n heraufkommend — wieder in den Flachs einstechen und denselben mit sich führen sollen. Die Arme d der kleinen Hebel o d gehen, so lange ein Kamm in der obern Reihe sich befindet, an den äußern Kanten zweier paralleler Schienen q, q (Fig. 396, 397, 398) hin, und hierbei stehen die Kammzähne aus den Rahmen b hervor, wie Fig. 405 zeigt. In der Nähe der Walze p aber verlassen jene Hebelarme d die erwähnten Schienen, und begegnen dafür zwei unbeweglichen schrägen Flächen r, r (Fig. 396, 397), wodurch sie einwärts gedrückt werden, so daß der Kamm sich in den Rahmen b zu versenken und die von Fig. 406 ausgedrückte Lage anzunehmen genöthigt ist. Indem solchergestalt der Kamm sich von dem Flachsbande nach unten zu entfernt, ziehen sich seine Spitzen oder Zähne fast senkrecht aus dem Flachse zurück, d. h. auf eine Weise, wobei sie am wenigsten Fähigkeit haben, die Fasern zu verwirren oder einige derselben mit sich zu nehmen.

Die in das Innere der Rahmen b zurückgetretenen Kämme durchlaufen in diesem Zustande den Weg, welchen die ganze untere Reihe verfolgt, d. h. von der Walze p aus bis unter die Walze n. Hier steigen die Rahmen b, an dem Umkreise der Räder h, wieder in die Höhe, und zugleich begegnen die Hebelarme d, d (Fig. 406) den schwach gebogenen hinteren Enden der Schienen q, q (s. Fig. 396), von welchen sie auswärts gedrängt werden, so daß der Kamm sich in seinem Rahmen hebt und von Neuem die durch Fig. 405 angegebene Stellung einnimmt. Es ist hiernach klar, daß in diesem Momente die Kammzähne wieder in den Flachs einstechen, und zwar in nahe vertikaler Richtung, also ohne eine Tendenz, die Fasern zu verschieben und in Unordnung zu bringen.

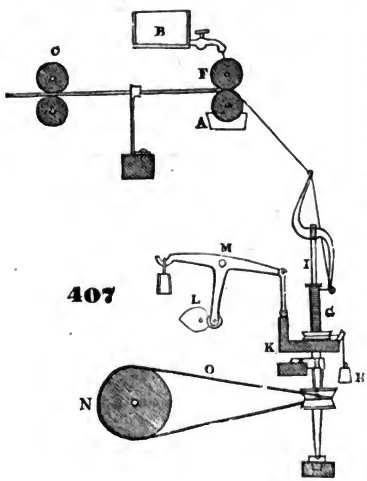
4. Das Feinspinnen (spinning). Die für Flachs angewendeten Spinnmaschinen sind durchgehends Watermaschinen, in den Hauptpunkten des Mechanismus übereinstimmend mit jenen, welche in der Baumwollspinnerei gebraucht werden (S. 129), weshalb in vielen Beziehungen dahin verwiesen werden kann. Es müssen jedoch dem Prinzipe nach zwei Methoden, den Flachs auf der Feinspinnmaschine zu behandeln, wohl unterschieden werden. Die erste (ältere) besteht darin, daß man die langen Fasern des Vorgespinnstes mittelst Streckwalzen aus einander zieht, ohne irgen deine andere Veränderung derselben, als die ihrer gegenseitigen Lage, Statt finden zu lassen. In diesem Falle enthält der produzirte Garnfaden das Flachshaar in seiner natürlichen Beschaffenheit und Länge. Die Spinnmaschine muß sich in diesem Falle von der Watermaschine für Baumwolle dadurch unterscheiden, daß die Streckwalzen (deren man nur zwei Paar anzubringen pflegt) viel weiter von einander entfernt sind. Damit nämlich niemals eine und dieselbe Faser in beiden Walzenpaaren zugleich eingeklemmt sein kann, wodurch sie unvermeidlich abreißen würde (vergl. S. 114 unten und 115 oben), muß der Abstand zwischen den vordern und hintern Streckwalzen 12 bis 20 Zoll (und bei sehr langem Flachse segar noch mehr) betragen. In einem so großen Zwischenraume würde aber der lockere dünne Flachsfaden sich senken, in Unordnung gerathen, wohl gar durch sein eigenes Gewicht abreißen, wenn man ihm nicht eine Unterstützung gäbe. Letztere kann durch eine glatte Rinne von Weißblech erreicht werden, in welcher das gestreckte Vorgespinnst hingleitet; oder durch einen kleinen blechernen Trichter; oder endlich durch ein Paar kleine Walzen, zwischen welchen der Faden auf dem Wege von den hintern nach den vordern Streckwalzen durchgeht. Uebrigens kann der Flachs hierbei trocken oder naß gesponnen werden. Im erstern Falle sind die unteren Streckwalzen, wie an den Baumwollspinnmaschinen, von Eisen und geriffelt, die oberen (Druckwalzen) von Eisen, glatt und mit Leder umkleidet. Beim Naßspinnen (welches zweckmäßiger und gewohnlicher ist) muß das Eisen des Rostes halber und das

Digitized by Google

Leder der Fäulniß wegen vermieden werden; man macht daher die Riffelwalzen von Messing, die Druckwalzen von Buchsbaumholz. Die Benetzung geschieht, nach geschehener Streckung und unmittelbar vor dem Zusammendrehen, entweder dadurch, daß man ununterbrochen Wasser auf die vordern Druckwalzen tröpfeln läßt; oder dadurch, daß man die vorderen Riffelwalzen in einen mit Wasser gefüllten schmalen Trog legt, worin sie immer mit einem Theile ihres Umkreises eingetaucht bleiben.

Die zweite Methode des Feinspinnens, welche neuerlich in England aufgekommen und nunmehr fast allgemein gebräuchlich ist, beruht darauf, daß das Vorgespinnst durch heißes Wasser geleitet und dadurch erweicht wird, bevor es in die hinteren Streckwalzen eintritt. Letztere liegen nur wenige Zoll weit von den vorderen Walzen entfernt, und es findet demnach fortwährend der eigenthümliche Vorgang Statt, daß die nämlichen Flachshaare zugleich in den hinteren Walzen gehalten und von den vorderen Walzen angezogen werden. Die natürliche Folge hiervon ist, daß, während des Uebergangs vom hintern Walzenpaare zum vordern, die Flachshaare in kürzere Fasern zertheilt werden. Jedoch ist dieß kein Abreißen im gewöhnlichen Sinne. Denn die auf das Feinste ausgehechelten Haare des Flachses sind noch nicht einfache Fasern, sondern eine Zusammensetzung von sehr feinen, nicht über 3 bis 4 Zoll langen Faserchen, welche sich mit Leichtigkeit und unbeschädigt aus einander ziehen lassen, wenn das Haar durch heißes Wasser erweicht ist. In die nämlichen Elementar-Faserchen zertheilt sich der Flachs, wenn er mit alkalischen Laugen behandelt wird, also beim Bleichen der leinenen Garne und Zeuge. Man findet deshalb in einem gebleichten Flachsfaden durchaus keine so langen Fasern mehr, wie die des gehechelten und ungebleichten Flachses waren; und es ist demnach klar, daß die Anwendung heißen Wassers und nahe beisammen stehender Streckwalzen beim Spinnen der Güte des Flachses nicht schadet, sondern nur die Trennung der Elementar-Fasern (welche sonst später, nämlich beim Bleichen, erfolgt) in eine frühere Periode der Fabrikation verlegt.

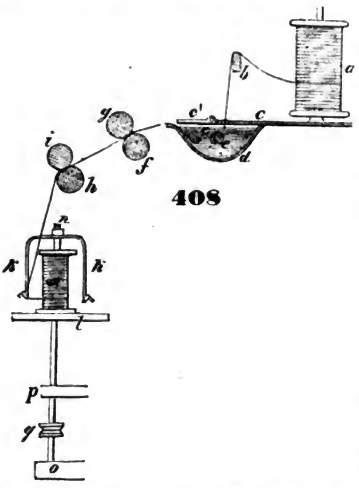
Fig. 407 stellt den senkrechten Durchschnitt einer Maschine zum Spinnen des Flachses nach der älteren Methode vor. Die bei F angegebenen vorderen Streckwalzen werden befeuchtet entweder durch das Wasser, welches aus einem mit Hähnen versehenen Gefäße B darauf tröpfelt; oder durch den punktirt gezeichneten Trog A, in welchen die Unterwalze eintaucht. Die hinteren Streckwalzen C, zwischen welche das von den Vorrathsspulen herkommende Vorgespinnst zuerst eintritt, sind so gelagert, daß sie nach Erforderniß in größere oder geringere Entfernung von F gestellt werden können. Diese Entfernung muß hier, wie schon oben erwähnt, etwas größer sein, als die durchschnittliche Länge der Haare in dem Flachse, welcher versponnen wird. Im Uebrigen gleicht diese Maschine in jeder Hin-



407

ſicht der Watermaſchine für Baumwolle. Der aus den Vorderwalzen F heraustretende Faden wird durch die ſchnell umlaufende Spindel I und deren Flügel gedreht, und beſtändig auf die angemeſſen langſamer gehende Spule G aufgewickelt. Letztere wird durch die Friktion ihrer mit Leder belegten Baſis auf der horizontalen Fläche der Spulenbank K, oder auch dadurch zurückgehalten, daß an ihrem untern Umkreiſe eine durch das Gewicht H geſpannte Schnur liegt, welche einen genügenden Grad von Reibung erzeugt. Die auf- und niederſteigende Bewegung der Spule G wird durch Hebung und Senkung der Spulenbank K mittelſt des Hebels M, an welchem die ſich umdrehende Herzſcheibe L wirkt, auf eine aus der Zeichnung ohne Weiteres erſichtliche Art zu Stande gebracht. N iſt die lange, aus Weißblech verfertigte Trommel, von welcher mittelſt Schnüren wie O die Spindeln in Umlauf geſetzt werden.

Die Abänderungen der Spinnmaſchine für den Fall, daß nach der neuern Art mit heißem Waſſer geſponnen wird, ſind aus Fig. 408 zu erſehen. Von den Vorrathsſpulen a gehen die Vorgeſpinnſtfäden über eine horizontale Stange b durch den Waſſertrog d, worin ſie durch runde eiſerne Stäbe e, e in der erforderlichen Richtung geleitet werden. Das Waſſer in dem Troge wird durch eingeleiteten Dampf auf 75 bis 88° C. erhitzt und ſtets in dieſer Temperatur erhalten. c iſt der Deckel des Waſſertroges, mit Löchern zum Durchgange der Fäden; c' ein an Charnieren aufzuſchlagender Theil deſſelben, f, g ſind die hinteren Streckwalzen, beide von Meſſing, ungefähr 1¼ Zoll dick, und auf der Peripherie mit runden Auskerbungen verſehen, mit welchen ſie gleich zwei Zahnrädern in einander greifen, um das Vorgeſpinnſt nicht gleiten zu laſſen. Die vorderen Streckwalzen h, i gleichen völlig den hinteren, mit der einzigen Ausnahme, daß blos h von Meſſing, i aber von Buchsbaumholz gemacht iſt. Die Entfernung zwiſchen f und h (von Mitte zu Mitte gemeſſen) beträgt nur 3 bis 4 Zoll. n o iſt eine der Spindeln; k k deren Flügel; m die Spule; l die ſammt allen Spulen langſam auf- und niederſteigende Spulenbank; p das Lager der Spindel; q die Triebrolle derſelben. Da durch die ſchnelle Umdrehung der Spindeln das warme Waſſer von den Fäden beſtändig als ein feiner Regen herumgeſpritzt wird, ſo ſind die Spinnerinnen einer unangenehmen und ſelbſt ungeſunden Durchnäſſung ausgeſetzt, wenn ſie nicht waſſerdichte Ueberkleider (nach Art der Macintoſh-Röcke zubereitet) tragen. Solche Kleider und lederne Schürzen ſind in der That in einigen Spinnereien gebräuchlich.

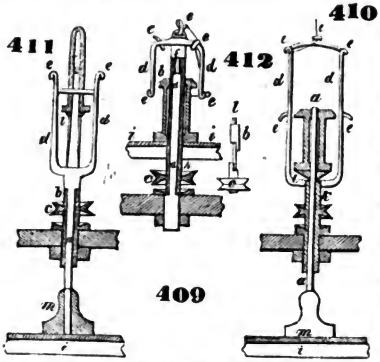


408

Hope und Dewhurſt erhielten im Dezember 1835 ein Patent für verſchiedene verbeſſerte Einrichtungen der Spindeln an den Flachsſpinnmaſchinen, ſ. die Fig. 409 bis 412.

Digitized by Google

Fig. 409 ist ein senkrechter Durchschnitt von einer dieser Konstruktionen. Fig. 410 stellt eine andere Spindel vor, die sich besonders zur Erzeugung grober Garne eignet. Fig. 411 ist zum Spinnen des Einschußgarnes bestimmt, und hat das Eigenthümliche, daß der Faden auf eine sogenannte Schleifspule (pin - cop bobbin) aufgewickelt wird, welche nachher ohne Weiteres in die Weberschütze gelegt und verwebt werden kann, so daß die Nothwendigkeit des Abhaspelns und Wiederaufspulens wegfällt.



a a in Fig. 409 bezeichnet die Spindel, welche mit einem auf ihr steckenden Rohre b umgeben ist, welches letztere wieder mit der Rolle oder dem Würtel c in Verbindung steht. Der Flügel d d, welcher durch die, wie gewöhnlich mittelst einer Schnur ohne Ende bewegte Rolle c umgetrieben wird, enthält Oehre e, e, e, e, e, um den Faden auf die Spule hineinzuleiten. In der Mitte des Flügels sitzt eine kurze Achse f, welche in einer kleinen Vertiefung oder Pfanne auf dem obern Ende der Spindel a läuft, indem diese letztere unbeweglich steht, und nur das Rohr b auf derselben sich dreht. Aus Fig. 412 ersieht man, daß die Rolle c und das Rohr b durch eine Art Ueberblattung aneinander gefügt sind, so daß die Rolle das Rohr mit ihr umzulaufen nöthigt, und dennoch das letztere längs der Spindel in die Höhe gezogen werden kann. Indem man diese Bewegung vornimmt, hört die Rolle c auf, das Rohr b umzutreiben, und man ist daher alsdann im Stande, die volle Spule mit Bequemlichkeit abzunehmen, ohne die treibende Schnur abschlagen oder auf andere Weise die Rolle anhalten zu müssen. i i ist die Spulenbank, durch deren Hebung und Senkung, in schon bekannter Weise, die Spulen auf und nieder geführt werden.

In Fig. 410 ist der Flügel d e umgestürzt angebracht, aber aus diesem Grunde auch doppelt so lang als die Spule, damit diese um ihre ganze Länge innerhalb desselben auf- und absteigen kann. — Bei dieser großen Länge und verhältmäßig geringen Dicke würden die Arme des Flügels vermöge der Zentrifugalkraft ein starkes Bestreben erhalten, sich auswärts zu biegen; um dieß zu verhindern, sind ihre obern Enden durch ein Querstück mit einander verbunden, wodurch der ganze Flügel eine rahmenartige Gestalt erhält. k ist hier das auf der Spindel a a steckende Rohr, womit die Triebrolle und der Flügel verbunden sind; l eine Scheibe, auf welcher die Spule mit ihrer Grundfläche sitzt, um durch die hiervon herrührende Reibung in einem gewissen Grade zurückgehalten zu werden, wie es nöthig ist, um die Aufwickelung des Gespinnstes zu bewirken. Die Spindel a a, auf welcher oben die Spule fest aufgesteckt ist, wird durch die auf- und nieder gehende Bank i gehoben und gesenkt; es ist ihr zugleich gestattet, sich zu drehen, jedoch nur in geringem Grade, indem ihr unteres Ende mit einiger Reibung in einem Loche des Schleppgewichtes m steckt.

Fig. 411 ist nach dem Vorausgegangenen ohne Weiteres verständlich, da sie nur durch die Gestalt der Spule abweicht. Die Bedeutung der Buchstaben ist hier die nämliche, wie in Fig. 409 und 410.

Digitized by Google

Spinnen des Werges auf Maschinen. — Die Verarbeitung des Werges zu Maschinengespinnsten beruht im Wesentlichen darauf, daß dasselbe nach Art der Baumwolle gekratzt und auf der Kratzmaschine selbst in Bänder verwandelt, dann aber ferner auf ähnliche Weise wie der Flachs behandelt wird. Die Kratzmaschinen haben große Aehnlichkeit mit den für Baumwolle gebräuchlichen, unterscheiden sich aber doch von denselben in mehreren wesentlichen Umständen; vorzüglich dadurch: 1. daß, statt der flachen Kratzdeckel über der großen Trommel, drei oder mehrere kleine Kratzenzylinder angebracht sind; 2. daß der Kratzenbeschlag sämmtlicher Walzen nicht die ganze Mantelfläche derselben bedeckt, sondern durch schmale Zwischenräume in drei oder vier, etwa 1 Fuß breite, ringförmige Streifen abgetheilt ist, wonach das Ganze in der That wie eine Vereinigung von drei oder vier schmalen Kratzmaschinen erscheint, indem jede Abtheilung eine getrennte Portion Werg bearbeitet und (mittelst eines Trichters und dazu gehöriger Zugwalzen) in ein Band umwandelt; 3. daß der Beschlag viel stärker oder gröber ist, indem die Drahthäkchen aus Eisendraht von der Stärke einer nicht ganz feinen Stricknadel verfertigt und in sehr dickes Leder eingesetzt sind. Man wendet zwei Kratzmaschinen nach einander an, die in den Hauptpunkten der Konstruktion mit einander übereinstimmen. Der Vorkratze wird das Werg aus freier Hand auf einem über Walzen zirkulirenden Tuche ohne Ende vorgelegt. Der Feinkratze (welche einen Beschlag von etwas feineren Häkchen hat) werden die von der Vorkratze gelieferten Bänder dergestalt übergeben, daß man mehrere derselben — bis zu 5 oder 6 — für jede der oben erwähnten Abtheilungen zusammenlegt.

Die auf der Feinkratze erzeugten Bänder werden auf Zug- oder Streckmaschinen bearbeitet, dann auf der Vorspinnmaschine in Vorgarn verwandelt, und endlich auf Spinnmaschinen zu eigentlichem Garn umgewandelt. Alle diese Maschinen sind in der Hauptsache wie die für Flachs gebaut.

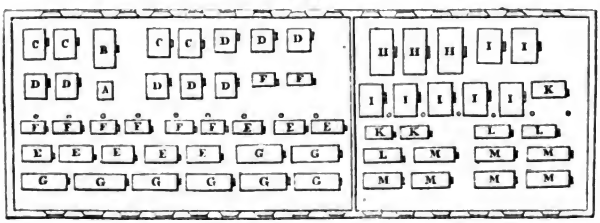
Flachs- und Werggarn werden in England und in den nach englischer Art eingerichteten Spinnereien mit einem Haspel von $2\frac{1}{2}$ Yards Umfang gehaspelt, und 120 Fäden oder 300 Yards machen ein Stück (lea). Ferner ist:

1 Spindle (schottisch)	=	38 leas	oder	11400	Yards.
1 Rand	=	6 „	„	1800	„
1 Dozen (Dutzend)	=	72 „	„	21600	„
1 Bundle (Bündel)	=	200 „	„	60000	„

Die Nummern, womit man die Feinheit der Garne bezeichnet, drücken aus, wieviel Stücke (leas) auf 1 Pfund englisch gehen. Also mißt z. B. 1 Pfund von Nr. 30 — 9000 Yards, 1 Pfund von Nr. 100 aber 30000 Yards gesammte Fadenlänge.

Fig. 413, 414, 415 sind Grundrisse der Haupträume einer Flachsspinnerei, woraus man die Vertheilung und Aufstellung der verschiedenen Maschinen entnehmen kann.

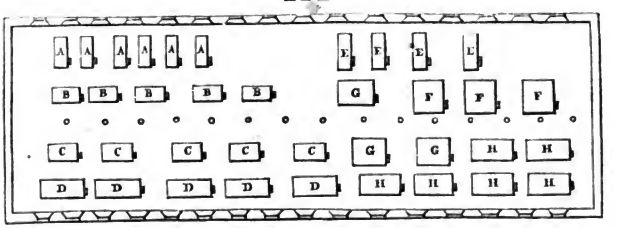
413



Digitized by Google

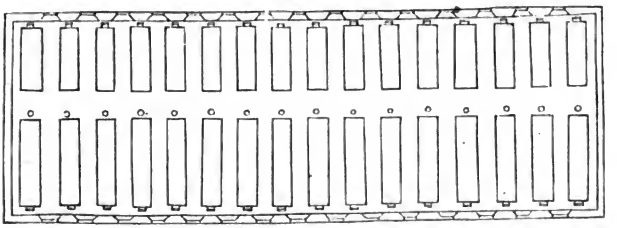
Fig. 413 ist der Raum zur Zubereitung des Wergs, und zwar:
1) Zu dem Werg von geschnittenem Flachse:
A, Ausbreitmaschine (lap machine),
B, vier Fuß breite Vorkratzen,
C, C 3½ Fuß breite Vorkratzen,
D, drei Fuß breite Feinkratzen, jede mit drei Abtheilungen,
E, Zweite Streckmaschinen, jede mit 5 Köpfen,
F, Erste Streckmaschinen, jede mit 4 Köpfen,
G, Vorspinnmaschinen, jede mit 32 Spindeln.
2) Zu dem Werg von langem Flachse:
H, vier Fuß breite Vorkratzen,
I, vier Fuß breite Feinkratzen,
K, Erste Zugmaschinen zu langem Werg, jede mit 3 Köpfen,
L, Zweite Zugmaschinen zu langem Werg, jede mit 4 Köpfen.
M, Vorspinnmaschinen, jede zu 4 Spindeln.
Fig. 414 der Raum zur Zubereitung des Flachses, und zwar:

414



1) Zu geschnittenem Flachse:
A, Anlegmaschinen oder erste Zugmaschinen,
B, Zweite Zug- oder Streckmaschinen, jede mit 4 Köpfen,
C, Dritte Zugmaschinen, jede mit 5 Köpfen,
D, Vorspinnmaschinen, jede mit 32 Spindeln;
2) Zu langem Flachse:
E, Erste Zugmaschinen (Anlegmaschinen),
F, Zweite Zugmaschinen, jede mit 3 Köpfen,
G, Dritte Zugmaschinen, jede mit 4 Köpfen,
H, Vorspinnmaschinen, jede mit 16 Spindeln.
Fig. 415 der Spinnsaal, mit den Spinnmaschinen sowohl für Flachs als für Werg.

415



Ure gibt folgende Uebersicht und Berechnung einer großen Spinnerei:
1. Zur Verarbeitung des langen oder ungeschnittenen Flachses in Garn von durchschnittlich Nro. 30.

Digitized by Google

a) 3 Hechelmaschinen, von welchen eine jede täglich ungefähr 4½ Zentner (à 112 Pfund) verarbeitet und daraus 200 Pfund Flachs nebst 266¾ Pfund Werg liefert. Die Leistung aller drei Maschinen beträgt mithin 600 Pund Flachs und 800 Pfund Werg.

b) 3 Sätze von Maschinen zur Bearbeitung des Flachses, jeder Satz bestehend aus:

1 Anlegmaschine oder ersten Zugmaschine (eine eben solche Maschine außerdem in Reserve für unvorhergesehene Fälle),
1 zweiten Zugmaschine mit 3 Köpfen, jeder Kopf auf 2 Bänder,
1 dritten Zugmaschine mit 4 Köpfen, jeder Kopf auf 2 Bänder,
2 Vorspinnmaschinen von 32 Spindeln, welche ungefähr 640 Feinspindeln versorgen.

c) 3 Sätze von Maschinen zur Bearbeitung des Werges, jeder Satz bestehend aus:

1 Vorkratze,
2 Feinkratzen,
1 ersten Zugmaschine mit 3 Köpfen, jeder Kopf auf 4 Bänder,
1 zweiten Zugmaschine mit 4 Köpfen, jeder Kopf auf 4 Bänder,
2¼ Vorspinnmaschinen oder 37 Spindeln, womit ungefähr 660 Feinspindeln versehen werden.

Eine Ausbreitmaschine (lap machine) reicht für 2 oder 3 Sätze hin.

Eine Feinkratze in Reserve zu halten, ist wünschenswerth.

2. Zur Verarbeitung des geschnittenen Flachses in Garn von durchschnittlich Nr. 100.

a) Zwei Sätze Hechelmaschinen, jeder Satz aus 8 oder 10 Maschinen bestehend. Für gröbere Arbeit sind 8 auf einander folgende Maschinen von stufenweise steigender Feinheit genügend; zu den feinsten Produkten werden aber 10 oder 12 erfordert. Jeder Satz verarbeitet 200 bis 300 Pfund täglich, so daß die beiden Sätze durchschnittlich 170 Pfund Flachs und 280 Pfund Werg liefern.

b) 5 Sätze von Maschinen zur Bearbeitung des Flachses, jeder Satz bestehend aus:

1 Anlegemaschine oder ersten Zugmaschine,
1 zweiten Zugmaschine von 4 Köpfen, jeder auf 4 Bänder,
1 dritten Zugmaschine von 5 Köpfen, jeder auf 4 Bänder,
1 Vorspinnmaschine von 32 Spindeln, womit 480 Feinspindeln versorgt werden.

c) 2 Sätze von Maschinen zur Bearbeitung des Wergs, jeder Satz bestehend aus:

2 feinen oder zweiten Vorkratzen,
4 Feinkratzen,
4 ersten Zugmaschinen von 4 Köpfen, jeder Kopf auf 4 Bänder,
4 zweiten Zugmaschinen von 5 Köpfen, jeder auf 4 Bänder,
4 Vorspinnmaschinen, zusammen mit 128 Spindeln, womit ungefähr 1800 Feinspindeln versorgt werden können.

Eine grobe oder erste Vorkratze und eine Ausbreitmaschine (lap frame) reichen für 2 oder 3 Sätze hin.

Haupt-Uebersicht.

Zu langem Flachs	3	Systeme von	640	Spindeln,	zusammen	1920	
Zum Werg hiervon	3	„	„ 660	„	„	1980	3900 Sp.
Zu geschnitt. Flachs	5	„	„ 480	„	„	2400	
Zum Werg hiervon	2	„	„ 1800	„	„	3600	6000 „

Total der Feinspindeln = 9900

3900 Feinspindeln, auf durchschnittlich Nr. 30, liefern täglich 9 Stück (leas) pr. Spindel, also überhaupt 35100 leas = 1170 Pfund, oder mit Einrechnung des Abfalls ungefähr 1400 Pfund (600 Pfund Flachs, 800 Pfd. Werg, wie oben.) — 6000 Feinspindeln, auf durchschnittlich Nr. 100, liefern täglich 6 leas pr. Spindel, also überhaupt 36000 leas = 360 Pfd.,

Digitized by Google

oder mit Einrechnung des Abfalls etwa 450 Pfund (170 Pfund Flachs, 280 Pfd. Werg, wie oben.)

Die wöchentliche Garnproduktion (in 6 Arbeitstagen) beträgt:

	Lst.	Sh.
Von durchschnittlich Nr. 30, 210600 leas oder 1050 *) Bündel, zu 9 Sh. —	472	10
Von durchschnittlich Nr. 100, 216000 leas oder 1080 Bündel, zu 9 Sh. —	486	—
Summe —	958	10

Kostenberechnung für eine Woche:

Arbeitslöhne, Lasten ꝛc.	150 Lst.		
Flachs	400 „		
Andere Ausgaben	40 „		
Zinsen von 60000 Lst., 10 Prozent jährl.	120 „	710	—
Wöchentlicher Nutzen —		248	10

Großbritanien führte an Flachs und Werg (zu 1 Penny Abgabe pr. Zentner) ein

	1834	1835	1837	1838
	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.
	811722	740814	1,529116	1,002256
und behielt davon zu eigenem Verbrauch	794272	728143	1,532059 **)	1,002408 **)

Leinengarn wurde ausgeführt, im Jahre 1835, 2611215 Pfund.

Die Ausfuhr an Leinen-Manufaktur-Waaren, Garn eingeschlossen, betrug an Werth:

1835 — 3,208139 Lst.
1837 — 3,645097 „
1838 — 2,613298 „

In den deutschen Zollvereins-Staaten erreichte die Ein- und Ausfuhr an Flachs, Hanf, Werg und an Waren daraus, in den Jahren 1832 bis 1836 folgende Beträge:

Einfuhr, Zentner.

	1832	1833	1834	1835	1836
Flachs, Hanf und Werg	261,076 .	229,925 .	168,441 .	142,370 .	154,168
Rohes Leinengarn	30,046 .	29,693 .	34,108 .	86,378 .	44,969
Gebleichtes, gefärbtes Leinengarn und Zwirn	4,622 .	4,024 .	7,976 .	8,021 .	10,917
Graue Packleinwand und Segeltuch	14,547 .	11,073 .	6,265 .	6,157 .	8,215
Rohe (unappretirte) Leinwand, Zwillich u. Drillich	19,508 .	18,679 .	5,619 .	4,930 .	19,290
Gebleichte, gefärbte, gedruckte Leinwand, Zwil- und Drillich	4,005 .	3,229 .	821 .	844 .	1,280
Bänder, Battist, Borten ꝛc.	541 .	314 .	92 .	132 .	104
Zwirnspitzen	34 .	820 .	24 .	21 .	19
Summe . . .	334,379 .	297,757 .	223,346 .	248,853 .	238,962

*) Eigentlich 1053, welche Zahl auf 1050 abgerundet wird.

**) Diese beiden Zahlen sind größer als die darüber stehenden, was nicht der Fall seyn könnte, wenn diese wie jene richtig wären.

Anmerkung der Beard.

Digitized by Google

	Ausfuhr, Zentner.				
	1832	1833	1834	1835	1836
Flachs, Hanf und Werg	165,004.	197,261.	120,629.	100,811.	179,840
Rohes Leinengarn	45,679.	64,960.	25,429.	24,448.	26,614
Gebleichtes, gefärbtes Leinengarn und Zwirn	15,947.	17,273.	6,348.	5,005.	5,734
Graue Packleinwand und Segeltuch	16,804.	20,300.	31,978.	30,749.	50,943
Rohe (unappretirte) Leinwand, Zwillich u. Drillich	10,154.	8,290.	15,059.	20,597.	28,418
Gebleichte, gefärbte, gedruckte Leinwand, Zwillich und Drillich	71,638.	75,539.	101,720.	106,341.	109,697
Bänder, Battist, Borten ꝛc.	6,684.	6,619.	6,347.	6,691.	9,352
Zwirnspitzen	12.	1.	51.	48.	56
Summe . . .	331,922.	390,243.	313,561.	294,690.	410,654

Flamme (Flame, Flamme) ist der mit einem in Verbrennung begriffenen Gase gefüllte Raum. Solche Körper, und wären sie auch noch so brennbar, aus welchen sich keine brennbare Gasarten entwickeln können, geben daher auch nie eine Flamme, sondern brennen höchstens unter Glühen; wie dieß bei mehreren nicht flüchtigen Metallen der Fall ist. Gut ausgeglühte Kohle gibt, zumal beim Brennen einzelner Stücke, ebenfalls keine Flamme, während größere Portionen allerdings oft eine ziemlich starke Flamme bilden. Diese rührt daher, daß die, durch Verbrennung eines Theiles der Kohle gebildete Kohlensäure in Berührung mit der glühenden Kohle zum Theil in Kohlenoxydgas übergeht, welches bei Zutritt der Luft wieder verbrennt, und so eine Flamme bildet.

Betrachten wir die Flamme eines brennenden Körpers genauer, so finden wir bald, daß keineswegs alle Theile derselben sich gleichmäßig in demselben Zustande befinden, wie sich auch im Voraus erwarten läßt. Da die Verbrennung unter den gewöhnlichen Verhältnissen nur allein auf Kosten des atmosphärischen Sauerstoffes vor sich geht, so ist einleuchtend, daß der innere, untere Theil eines brennenden, ruhig aufsteigenden Gasstromes sich nicht im Brennen befinden könne, denn die äußerlich zutretende atmosphärische Luft wird schon durch die äußeren brennenden Gasschichten zum Theil ihres Sauerstoffes beraubt, und da sich zugleich die Theilchen der Flamme in stark aufwärts strömender Bewegung befinden, so wird auch hiedurch der Zutritt der Luft zu dem untern innern Theile verhindert. Daß in der That hier keine Verbrennung möglich ist, ergibt sich aus dem bekannten Versuch, wo man in die Flamme einer Weingeistlampe mit recht dickem Docht ein Stückchen Phosphor oder Schwefel bringt, welches hier durchaus nicht brennt, ungeachtet es durch die Hitze der Flamme zum Schmelzen, und selbst zum Kochen kommt, und die so entwickelten Dämpfe in den oberen Regionen der Flamme, besonders an ihrem oberen Rande, lebhafte Verbrennung zeigen. Einige Theile der Flamme zeichnen sich oft durch eine ungemein starke Lichtentwickelung aus, andere wiederum nicht. Der Grund hiervon liegt darin, daß nur undurchsichtige und insbesondere feste Körper im Stande sind, beim Glühen stark zu leuchten. Setzen wir z. B. ein Stück Bergkrystall und ein gleich großes Stück Kreide genau demselben Grade von Weißglühhitze aus, so strahlt die Kreide im hellsten Lichte, während der durchsichtige Bergkrystall nur unbedeutend leuchtet. Aus dem nämlichen Grunde kann ein Gas, welches, wie alle Gasarten, selbst durchsichtig ist, und welches beim Verbrennen nur gasförmige, also durchsichtige Produkte liefert, nie

Digitized by Google

eine stark leuchtende Flamme geben, wie dieß z. B. bei der Mischung von Sauer- und Wasserstoffgas, der Knallluft, der Fall ist. Die Flamme dieser Gasmischung leuchtet kaum so stark, wie die bläuliche Flamme einer Spirituslampe, ungeachtet sie sich in einem Grade von Hitze befindet, daß ein hineingehaltener Platindraht in wenigen Sekunden zusammen schmilzt, und ein Stückchen Kreide darin bis zu der höchsten Weißgluth gelangt und das Auge, gleich dem Sonnenlichte, blendet. So wie nun feste Körper, in eine an sich wenig leuchtende Flamme gebracht, darin erglühen und mit hellem Lichte leuchten, so auch feste undurchsichtige Theilchen, die sich während der Verbrennung selbst bilden können. Von dieser Art ist die Flamme des brennenden Zinkes. Erhitzt man Zink bis zu seinem Siedepunkt, und läßt den Dampf unmittelbar mit Luft in Berührung treten, so verbrennt er zu Zinkoxyd, und da dieses nicht zum Schmelzen kommt, sondern im Zustande eines feinen undurchsichtigen Pulvers beharrt, so entwickelt es in der hohen, durch die Verbrennung erlangten Temperatur ein ungemein intensives Licht. Ein ganz ähnlicher Fall nun findet bei den Flammen mehrerer der gewöhnlichsten Brenn- und Leuchtmaterialien Statt. Der leuchtende Theil einer Lichtflamme ist derjenige, wo die aus dem Fette entwickelten Dämpfe und Gasarten eine geringe, aber zu ihrer vollständigen Verbrennung noch keineswegs hinreichende Sauerstoffmenge zugeführt erhalten. Da nun die Affinität des Sauerstoffes zum Wasserstoffe jene zum Kohlenstoffe bedeutend überwiegt, so verbrennt in diesem Theile der Flamme vorzugsweise der Wasserstoffgehalt des Gases, während der Kohlenstoff in Form eines höchst zarten Pulvers sich ausscheidet, zugleich aber im Zustande starker Weißglühhitze die Leuchtkraft der Flamme bedingt. Aus diesem Grunde leuchten alle solche Brennstoffe am stärksten, welche verhältnißmäßig viel Kohlenstoff enthalten; doch darf der Kohlengehalt eine gewisse Grenze nicht überschreiten, indem sonst ein Theil dieses Kohlenstoffes sich auch der demnächstigen Verbrennung entziehen kann, und eine trübe, stark rußende Flamme bedingt. Bei einer hellen, nicht rußenden Flamme nämlich wird der im Innern ausgeschiedene Kohlenstoff, sobald er in glühendem Zustande mit der umgebenden Luft in Berührung kommt, verbrannt, so daß man unter den gewöhnlichen Umständen nichts von ihm bemerkt. Fehlt es aber an freiem Luftzutritt, oder wird die Temperatur zu weit erniedrigt, z. B. durch Einbringen eines kalten Metalles in eine Lichtflamme, so können die Kohlentheilchen der Verbrennung entgehen, und als Ruß sich absetzen. Der äußere, wenig leuchtende Theil einer Flamme, in welchem die Verbrennung des Kohlenstoffes erfolgt, ist bedeutend heißer, als der innere stark leuchtende. Man kann dieses sehr gut mittelst eines ganz feinen Platindrahtes nachweisen. Hält man nämlich einen solchen quer durch die Lichtflamme, so sieht man deutlich, wie er in der äußern, schwach leuchtenden Hülle der Flamme weit lebhafter glüht, als in dem innern stark leuchtenden Theile.

Wenn man gutes Steinkohlengas mit so viel atmosphärischer Luft vermischt, wie zu seiner vollständigen Verbrennung erforderlich ist, und nun entzündet, so entsteht eine Explosion mit ganz schwacher Lichtentwicklung. Nimmt man dagegen weniger Luft, so leuchtet es beim Abbrennen sehr hell. Hierher gehört ein anderes sehr instruktives Experiment. Wenn man Leuchtgas aus einer Röhre vertikal aufsteigen läßt, ein sehr feines Drahtgewebe nahe über die Oeffnung hält, und das Gas über demselben entzündet, so brennt es auf gewöhnliche Art mit starker Lichtentwicklung, weil hier das Gas keine Gelegenheit findet, sich vor dem Verbrennen mit atmosphärischer Luft zu mischen. Entfernt man nun das Drahtgewebe allmählig von der Röhrenmündung, so wird die Flamme über demselben allmählig weniger leuchtend, und in gewisser Entfernung brennt sie nur noch mit blauer Farbe und ganz unbedeutender Lichtentwicklung, weil sich das Gas auf seinem Wege zu dem Punkte, wo es endlich zur Verbrennung gelangt, mit der zur vollständigen Verbrennung nöthigen Sauer-

Digitized by Google

stoffmenge zu mischen Gelegenheit findet. Senkt man das Drahtgitter wieder herab, so tritt auch wieder die volle Helligkeit der Flamme hervor.

Ein brennendes Gas kann nur unter der Bedingung einer hinreichend hohen Temperatur fortbrennen; kühlt man die Flamme bis unter diese Temperatur ab, so verlöscht sie. Auf dieses Prinzip gründet sich die interessante und folgenreiche Entdeckung Davy's, daß sich eine Flamme nicht durch die Maschen eines feinen Drahtgewebes fortpflanzen kann, worüber das Nähere in dem Artikel „Sicherheitslampe" nachzusehen ist.

Flanell (Flannel), ein leichter und loser, wenig gewalkter Stoff aus Streichwolle (gekrempelter Schafwolle), von glattem oder geköpertem Gewebe. Er wird nur ein Mal gerauht, und entweder gar nicht, oder nur mit einem einzigen Schnitte geschoren. Die Kette besteht öfters aus Kammwollgarn, bei der geringsten Sorte aus Baumwolle.

Fleckenvertilgung (Scouring, l'art du dégraisseur). Als Einleitung zu diesem Artikel schickt Ure die Bemerkung voraus, daß diese Kunst bei den Franzosen, die dieselben Kleidungsstücke zwei bis drei Jahre zu tragen pflegen, weit mehr ausgebildet sei, als in England, wo man die Kleider gewöhnlich nach eben so vielen Monaten schon bei Seite lege. Sie wird in Frankreich von eigenen Gewerbtreibenden, den teinturiers-dégraisseurs ausgeübt, die sich nicht nur mit dem Ausmachen der Flecke, sondern auch dem Wiederfärben der Zeuge abgeben, wovon an einzelnen Stellen die Farbe zerstört ist. Um übrigens mit Erfolg diese Kunst zu betreiben, sind einige chemische Kenntnisse fast unerläßlich.

Im Allgemeinen sind Flecke aus weißen Zeugen weit leichter wegzubringen, als aus gefärbten, weil bei diesen letzteren stets darauf Rücksicht genommen werden muß, daß die angewandten Materialien der Farbe nicht nachtheilig werden.

Die allermeisten Flecke bestehen in einem fremdartigen, häufig fettigen Körper, der den Zeug verunreinigt, und lassen sich im Allgemeinen ohne sonderliche Schwierigkeit wieder entfernen. Ganz anderer Art sind solche Flecke in gefärbten Zeugen, wo die Farbe selbst zerstört ist.

I. Flecke durch Verunreinigung; können wiederum zweierlei Art sein, je nachdem das Verunreinigungsmittel einfach oder zusammengesetzt ist.

1) Einfache. Hierher gehören vornämlich Fettflecke. Sie lassen sich meistentheils leicht an dem Gesammtansehen, besonders an der dunkleren Farbe erkennen, und nehmen während der ersten Tage an Größe stets zu, wenn das Fett ein flüssiges; sie nehmen sehr begierig Staub an, und halten ihn so fest, daß er sich durch Bürsten nicht nur nicht beseitigen läßt, sondern vielmehr sich noch inniger auf dem Zeuge befestigt. Durch die Menge des Staubes erscheinen solche Flecke oft von hellerer Farbe als die Umgebung.

Die wirksamsten Mittel zum Ausmachen von Fettflecken sind, vorausgesetzt, daß Waschen mit Seife oder einer alkalischen Lauge nicht zulässig ist: a) Aether; ist zwar etwas kostspielig, aber auch sehr wirksam und bequem in der Anwendung. Man legt die befleckte Stelle des Zeuges auf mehrfaches Löschpapier, tröpfelt etwas Aether auf den Fleck und betupft ihn mit einem weichen Bäuschchen, und wiederholt dieses bis zum Verschwinden des Fleckes. b) Terpentinöl; welches nothwendig frisch rektifizirt sein muß, indem altes Terpentinöl selbst einen Harzfleck hinterläßt. Das Verfahren kann ganz dasselbe sein, wie das beim Aether beschriebene. Ist der Fleck älter und mehr verhärtet, so tränkt man die Stelle mit Terpentinöl, legt sie auf Löschpapier, bedeckt sie mit demselben, und bearbeitet sie mit einem warmen Plätteisen. Das Fett wird hierbei von dem Terpentinöl aufgelöst und in Verbindung mit demselben von dem Papiere eingesogen. Gewöhnlich

Digitized by Google

findet man, nachdem der Fleck völlig verschwunden ist, in einiger Entfernung um denselben, nämlich an den Stellen, bis zu welchen das Terpentinöl den Zeug befeuchtete, einen wolkigen Rand, von einem geringen Reste Fett herrührend, das sich hier abgesetzt hat. Um diesen zu beseitigen, ist es am zweckmäßigsten, die Stelle mit in Wasser aufgeweichtem Pfeifenthon zu bestreichen und trocknen zu lassen. Das Fett wird von dem Thon eingesogen, der sich demnächst durch Klopfen leicht fortschaffen läßt. c) Ochsengalle; eines der besten Mittel zum Wegnehmen der Fettflecken. Die Zubereitung der Galle zu diesem Zwecke ist in dem Artikel „Galle" nachzusehen. Sollte der Fleck noch nicht völlig verschwunden sein, so muß dieselbe Behandlung noch ein Mal wiederholt werden. d) Fetter Thon (Bolus); Thon hat bekanntlich die Eigenschaft, im trocknen Zustande flüssige Fette begierig einzuziehen, worauf die Anwendung desselben zum Fleckenausmachen beruht. Man macht ihn mit Wasser zu einem dünnen Brei an, streicht diesen auf den Fleck, und läßt ihn darauf austrocknen. Das Fett zieht dann allmählig hinein und kann nachher mit dem Thon abgebürstet werden. Dieses Verfahren ist inzwischen nur bei Fettflecken anwendbar, die durch ein flüssiges Oel gebildet sind; Talgflecken, oder ältere, durch ein trocknendes Oel, z. B. Leinöl oder Mohnöl, entstandene Flecken sind durch Thon nicht geradezu hinwegzubringen.

Fleckkugeln zum Ausmachen von Fettflecken werden folgendermaßen verfertigt: Man nimmt durch Schlämmen von allem Sande vollständig gereinigten Walkthon, oder guten Pfeifenthon, und mischt 1 Pfund davon mit 1 Pfund Soda, 1 Pfund Seife, und einer durch anhaltendes Schlagen bewirkten Mischung von 1 Pfund Ochsengalle und dem Gelben von 16 Eiern. Das Ganze wird nun auf einem Reibstein sorgfältig gerieben, und zu kleinen Kugeln geformt. Beim Gebrauch schabt man ein wenig davon mit einem Messer ab, macht es mit etwas Wasser zu einem Teige, und reibt hiemit den Fleck. Auf sehr zarten Farben sind diese Fleckkugeln, ihres Alkali- und Seifengehaltes wegen nicht anwendbar.

Flecken von Fruchtsäften, Wein u. dgl. in weißen Zeugen werden am besten durch Waschen und nachheriges Schwefeln beseitigt.

Oelfarbe muß wo möglich sogleich und vor dem Eintrocknen mit Galle oder Terpentinöl weggenommen werden. Ist sie einmal erhärtet, so löst sie sich sehr schwer auf. Am besten ist es dann, sie mit Butter zu bestreichen, diese mehrere Tage lang darauf zu lassen und nun Terpentinöl in Anwendung zu bringen.

Wachsflecke werden mit Weingeist, oder kölnischem Wasser ausgemacht, womit man das Wachs befeuchtet und es nun reibt. Es wird dadurch in ein feines Pulver verwandelt, das sich durch Klopfen leicht fortschaffen läßt.

Dinteflecke, so wie Rostflecke werden am leichtesten mit einer etwas starken Auflösung von Sauerkleesäure in Wasser weggeschafft; nach deren Anwendung die Stelle in reinem Wasser, nicht in Seifenwasser nachgespült werden muß.

2. Flecken, durch mehr zusammengesetzte Substanzen verursacht. Die Behandlung solcher Flecken kann natürlich nicht so einfach sein, weil häufig die verunreinigenden Substanzen einzeln und successive fortgeschafft werden müssen. Hierher gehört z. B. Wagenschmiere, die im Allgemeinen aus Theer, Fett und Eisentheilen besteht. Hier muß zuvorderst durch eines der oben angegebenen Mittel Theer und Fett und endlich das Eisen durch Kleesäure weggebracht werden.

Flecken, durch die aus Rauchröhren ausfließende braune wässerige Flüssigkeit entstanden, deren Hauptbestandtheile Holzsäure, empyreumatisches Oel, Theer, etwas Eisen sind, geben gleichfalls durch Terpentinöl und darauf folgende Behandlung mit Kleesäure am besten weg.

Digitized by Google

II. Flecke durch Aenderung oder Zerstörung der Farbe eines gefärbten Stoffes.

Manche Farbstoffe erleiden durch Einwirkung von Säuren oder Alkalien eine Aenderung ihres Farbetons, ohne dadurch gerade zerstört zu werden; in solchen Fällen ist es gemeiniglich nicht schwer, den Fleck zu beseitigen, indem man die Säure durch ein Alkali, oder falls ein solches die Farbenänderung hervorbrachte, dieses durch eine Säure neutralisirt. Stärkere Säuren, z. B. Schwefelsäure oder Salzsäure, bewirken auf schwarzgefärbten Zeugen einen lebhaft rothen Fleck. Ein solcher Fleck pflegt durch Betupfen mit ätzendem Ammoniak (Salmiakgeist) augenblicklich zu verschwinden. Ist dagegen der Farbstoff zerstört, wie z. B. bei den durch Salpetersäure entstehenden Flecken auf indigblauem Zeuge, so bleibt kein anderes Auskunftsmittel, als die Stelle neu zu färben; wozu allerdings größere Kenntnisse und Geschicklichkeit gehören, als sie eine kurze Beschreibung zu geben vermag.

Fliegenstein (Fly powder). Natürliches metallisches Arsenik, das sich an der Luft durch Oxydation mit einem schwarzen Ueberzuge bedeckt, daher denn auch das Fliegenpulver eine schwarze oder dunkelgraue Farbe besitzt.

Flintenschrot (Lead shot, Plomb de chasse). Die Verfertigung desselben geschah früher allgemein auf die Art, daß man das gehörig legirte Blei geschmolzen durch ein Sieb herabtröpfeln und in kaltes Wasser fallen ließ, in welchem die Tropfen erstarrten; eine Methode, die nur sehr unvollkommenes Fabrikat liefern konnte. Wenn nämlich ein Tropfen flüssiges Blei plötzlich durch kaltes Wasser abgekühlt wird, so erstarrt im ersten Momente die äußere Oberfläche, während das innere Blei noch flüssig ist. Wenn dieses demnächst ebenfalls erstarrt und sich dabei zusammenzieht, so muß entweder im Innern eine Höhlung entstehen, oder aber es bildet sich an irgend einer Stelle der Oberfläche eine Vertiefung aus, wie man diese bei Untersuchung der nach dem alten Verfahren fabrizirten Schrotkörner so häufig bemerkt.

Gegenwärtig ist fast allgemein ein weit rationelleres Verfahren angenommen. Man läßt nämlich das Blei von einem hohen thurmartigen Gebäude herabfallen, so daß die Tropfen bereits in der Luft fest werden, und fängt sie nun, nur um sie vollends abzukühlen, in einem Gefäß mit Wasser auf. Der höchste Schrottthurm ist wohl der zu Villach in Kärnthen, dessen Höhe 240 Wiener Fuß beträgt. Das Schrotmetall ist eine Legirung von Blei mit wenig Arsenik. Das quantitative Verhältniß beider Theile richtet sich nach der Beschaffenheit des Bleies; je weicher und reiner das Blei, um so mehr Arsenik muß ihm zugesetzt werden. Auf 100 Pfund Blei rechnet man hiernach 3 bis 8 Pfund weißen Arsenik oder Operment.

Meistens wendet man hartes Blei an, weil es wohlfeiler ist und dem Zwecke hinlänglich gut entspricht. Um die Legirung darzustellen, setzt man entweder bei jedem Schmelzen das nöthige Arsenik hinzu, oder aber man bereitet eine größere Quantität einer stark arsenikhaltigen Legirung, und setzt nachher von dieser beim Bleischmelzen die nöthige Menge zu.

Als Kennzeichen der richtigen Zusammensetzung der Legirung kann die Form der Schrotkörner dienen. Sind diese nämlich linsenförmig, so enthalten sie zu viel Arsenik; sind sie dagegen an einer Seite flach oder gar mit einer Vertiefung, so haben sie zu wenig Arsenik.

Die Erfinder des patentirten neuen Verfahrens, Ackermann und Martin beschreiben dasselbe folgendermaßen: Man schmilzt 2000 Pfd. weiches Blei in einem großen eisernen Topfe, und bedeckt es in der Nähe des Randes mit etwa zwei Schaufeln voll Holzasche, läßt aber die Mitte davon ganz frei, und trägt nun in der Mitte etwa 40 Pfd. Arsenik ein. Man bedeckt dann den Topf mit einem eisernen Deckel,

Digitized by Google

und verstreicht die Fugen schnell mit Lehm oder Mörtel, um die arsenikalischen Dämpfe am Entweichen zu hindern. So läßt man das Ganze unter mäßigem Feuern etwa 4 Stunden lang stehen; nimmt dann den Deckel ab, reinigt die Oberfläche sorgfältig und gießt das Metall in Blöcke. Beim Gebrauch wird von dieser Legirung 1 Block*) mit 1000 Pfd. ordinärem Blei zusammengeschmolzen. Um zu untersuchen, ob das Metall von richtiger Beschaffenheit ist, nimmt man ein wenig davon in einen mit kleinen Löchern versehenen Schaumlöffel und läßt das durchtröpfelnde Blei aus einiger Höhe in einen Behälter mit Wasser fallen. Je nachdem sie nun mehr linsenförmig, oder an der einen Seite abgeplattet sind, muß entweder noch mehr Legirung oder reines Blei zugesetzt werden.

Zinnhaltiges Blei ist nicht zu brauchen, weil es Tropfen von länglich eirunder oder selbst nadelförmiger Gestalt liefert.

Das Gießen geschieht mittelst der Schrotform, einer etwa 10 Zoll im Durchmesser haltenden hohlen Halbkugel von Eisenblech, die mit sehr genau runden gleich großen Löchern durchbohrt ist. Zu den verschiedenen gröberen und feineren Schrotsorten müssen begreiflicherweise verschiedene Formen mit größeren und kleineren Löchern vorräthig sein.

Der Durchmesser der Löcher muß betragen für Nr. 0 — $^1/_{50}$ engl. Zoll
" " " " " " " " 1 — $^1/_{58}$ " "
" " " " " " " " 2 — $^1/_{66}$ " "
" " " " " " " " 3 — $^1/_{72}$ " "
" " " " " " " " 4 — $^1/_{80}$ " "

Von Nr. 5 bis Nr. 9 nehmen die Durchmesser in gleichmäßigen Abstufungen ab, bis sie bei der letzteren nur noch $^1/_{100}$ Zoll beträgt.

Gewöhnlich wird mit drei Formen zu gleicher Zeit gegossen, die in geringer Entfernung von einander sich in einem dreieckigen Kohlenbecken befinden. Während sich dieser Apparat an dem obersten Punkte des Gießthurms befindet, ist genau vertikal unter ihm der Wasserkasten aufgestellt, der bei der Arbeit zur Hälfte mit Wasser gefüllt wird. Durch umgelegte Kohlen wird das Blei in den Formen flüssig erhalten, wobei die angemessenste Temperatur wohl zu berücksichtigen ist. Für grobe Nummern muß das Bleibad kaum so heiß sein, daß ein wenig Stroh, in dasselbe eingetaucht, sich schwach bräunt; für feinere Nummern darf sie schon höher sein.

Feinere Schrote erfordern natürlich, da sie weit leichter erstarren, eine weniger große Fallhöhe, als gröbere; so reicht für Nr. 4 bis 9 eine Fallhöhe von 100 Fuß hin, während gröbere Sorten 150 bis 200 Fuß erfordern. Soll nun das Gießen beginnen, so wird in größeren Schrotfabriken gewöhnlich eine Quantität von 4 bis 6000 Pfd. Blei eingeschmolzen. Die Oberfläche desselben überzieht sich dabei mit einer weißen schwammigen Oxydkruste, welche bei dem Gießen eine wichtige Anwendung findet. Mit diesem Oxyd nämlich bedeckt man die Formen an der Innenseite, um so die Löcher theilweise zu verstopfen, denn ließe man die Form ganz rein, die Löcher ganz frei, so würde das Blei so schnell stromweise hindurchfließen, daß die Tropfen eine längliche Gestalt erhielten. Gerade das langsame Hindurchsickern des Bleies durch die mit Bleiasche bedeckten Löcher ist eine der wesentlichsten Bedingungen zum Gelingen der Arbeit, daher denn auch die Schrotgießer diese Sache ganz geheim halten.

Ist nun Alles in Bereitschaft, so trägt der Arbeiter die Bleiasche in die Formen, und drückt sie überall in einer dünnen Lage an, gießt nur etwas Blei hinein und ersetzt dieses, in dem Maße, wie es durchtröpfelt, stets durch neues.

*) Das Gewicht eines solchen Blockes ist nicht angegeben.

Digitized by Google

Die Schrotkörner werden nachher aus dem Wasserkasten herausgenommen, und durch Sieben sortirt; denn selbst wenn die Löcher der Formen von ganz gleicher Größe sind, fallen doch die Schrote nicht von einerlei Größe aus. Der mittlere Theil jeder Formen nämlich, der von den Kohlen weniger stark erhitzt wird, liefert jederzeit gröbere Schrote, als die in der Nähe der Peripherie liegenden, stärker erhitzten Theile. Außerdem wird auch oft mit mehreren Formen, von verschiedener Größe der Löcher, zu gleicher Zeit gearbeitet.

Die zum Sortiren dienenden Siebe haben 10 Zoll Breite und 16 Zoll Länge, bestehen aus Eisenblech, und werden gewöhnlich zu je zwei Stück, deren Löcher der Größe nach auf einander folgen, auf einander befestigt. Wenn z. B. die Siebe zu Nr. 1 und 2 verbunden sind, und man gibt das rohe Schrot in das obere, so bleiben die größten Körner, Nr. 0 darin zurück, während alle andern in das zweite Sieb fallen, in welchem Nr. 1 zurückbleibt, Nr. 2 aber und alle übrigen feineren Nummern hindurchgehen u. s. f.

Nachdem nun die Schrote der Größe nach sortirt sind, ist es noch nöthig, sie auch der Form nach zu sortiren, um nämlich alle nicht genau runden Körner zu beseitigen. Diese auf den ersten Blick vielleicht schwierig scheinende Aufgabe wird durch ein eben so einfaches, wie unfehlbares Mittel gelöst. Man hat nämlich sehr ebene, mit einem vorspringenden Rande versehene Platten von etwa 27 Zoll Länge und 16 Zoll Breite (geschliffene und polirte Spiegeltafeln eignen sich hierzu am allerbesten), welche genau horizontal gerichtet werden, und auf deren eines Ende man eine kleine Portion, etwa eine Hand voll, Schrot auflegt. Jetzt wird die Tafel sehr wenig geneigt, und sanft hin und her geschüttelt, wobei denn die vollkommen runden Körner herabrollen, während alle übrigen zurückbleiben, die man dann wieder einschmilzt.

Endlich folgt noch eine letzte Bearbeitung, wodurch die Schrote die nöthige Glätte und Politur erhalten. Sie werden zu dem Ende nebst einer Portion Graphit in ein kleines, horizontal liegendes, achteckiges Faß gegeben, das mittelst einer durchgehenden eisernen Achse gedreht wird. Indem sich hiebei die Körner an einander reiben, runden sie sich noch vollständiger ab und erhalten zugleich den feinen Graphitüberzug, der theils des Ansehens wegen, theils aber auch zu dem Ende gegeben wird, um das Blei bei längerer Aufbewahrung vor der Oxydation zu schützen.

Florettseide, s. Seide.

Fluß (Flux). Mit diesem Worte bezeichnet man in der technischen Chemie eine jede Substanz, die durch ihren Zusatz zu einem Erze oder irgend einem erdigen Körper die Schmelzbarkeit derselben erhöhet.

Man unterscheidet verschiedene Arten. Unter weißem Fluß versteht man den Rückstand von der Verpuffung einer Mischung von 2 Theilen Salpeter und einem Theile Weinstein. Dieser Rückstand ist eigentlich nichts weiter, als kohlensaures Kali.

Schwarzer Fluß entsteht durch Verpuffen von gleichen Theilen der eben genannten Salze. Da hier der Salpeter nicht hinreicht, den in der Weinsteinsäure enthaltenen Kohlenstoff vollständig zu oxydiren, so bleibt ein Theil Kohle in Substanz zurück und ertheilt der Masse eine schwarze Farbe. Dieser schwarze Fluß dient hauptsächlich seines Kohlengehaltes wegen bei Metallreduktionen.

Außer dem weißen und schwarzen Fluß werden noch mehrere andere Körper, z. B. Kalkstein, Flußspath, Borax, auch Metalloxyde, wie Bleioxyd, zu Flußmitteln benutzt.

Flußspath (Fluor Spar, Chaux fluatée). Eine Verbindung von Kalk mit Flußsäure, oder richtiger von Kalzium mit Fluor. Ein besonders mit verschiedenen Erzen auf Gängen vorkommendes Mineral. Er findet sich häufig in würfelförmigen Krystallen, mit vierfachem Blätterdurch-

Digitized by Google

gang nach den vier Richtungen der Flächen eines regulären Oktaeders. Das spezif. Gew. ist = 3,1 bis 3,2. Er ritzt den Kalkspath, wird aber von Feldspath, eben so von einer Stahlspitze geritzt. Im reinsten Zustande ist er farblos, gewöhnlich aber kommt er mit lebhaften, oft sehr schönen Farben gefärbt vor; nicht selten sogar zeigt er an einem und demselben Exemplare verschiedene Farben. In kleinen Stückchen bis zu einer, dem Glühen nahe kommenden Temperatur erhitzt, phosphoreszirt er sehr stark mit angenehm violettem Lichte. Vor dem Lothrohr kommt er, wiewohl schwierig, zum Fluß. Pulverisirt und in einem metallenen Gefäß mit Schwefelsäure zu einem Brei angerührt und gelinde erhitzt, entwickelt er Dämpfe von Flußspathsäure, die sich durch die Eigenschaft auszeichnen, in Glas zu ätzen.

Er findet sich besonders ausgezeichnet auf den Bleiglanzgängen in Derbyshire, dann in Sachsen und Böhmen mit Zinnstein, und an sehr vielen anderen Punkten. Die schön gefärbten Flußspathe von Derbyshire werden auf der Drehbank zu Vasen, Flakons, und anderen ähnlichen Gegenständen verarbeitet, und nehmen eine sehr gute Politur an. Außerdem wird Flußspath, wo er in hinlänglicher Quantität vorkommt, als Flußmittel bei verschiedenen Schmelzprozessen, besonders bei der Eisengewinnung zugesetzt, daher der Name. Endlich dient er in der Chemie zur Darstellung der Flußsäure und zum Aetzen in Glas.

Formeln (chemische). (Chemical formulae). Schon die älteren Chemiker bedienten sich, theils der Kürze wegen, theils auch wohl, um ihre Forschungen in ein geheimnißvolles Dunkel zu hüllen, gewisser Zeichen, um die verschiedenen, häufiger vorkommenden Stoffe anzudeuten. Diese älteren mysteriösen Zeichen sind in der Chemie ganz abgeschafft, und kommen nur noch hie und da auf den Rezepten der Aerzte vor.

Dagegen ist in der Chemie eine neue Bezeichnung eingeführt, welche in hohem Grade bequem und durchaus wissenschaftlich ist, insofern sie gestattet, mit wenigen Buchstaben und Hülfszeichen die chemische Zusammensetzung eines Körpers vollkommen verständlich, unzweideutig, und in solcher Kürze darzustellen, daß wenige Buchstaben das Nämliche sagen, wie ohne dieses Mittel vielleicht eben so viele Sätze. Dem Laien freilich müssen auch diese neueren Zeichen sehr mysteriös erscheinen, so wie die in der Mathematik gebräuchlichen; sie dürfen aber nie mit den alten Zeichen verwechselt werden, welche, weit entfernt, die chemische Zusammensetzung eines Körpers klar vor Augen zu legen, mehr dazu dienten, Verwirrung in die Wissenschaft zu bringen.

Die jetzt übliche Bezeichnung besteht darin, daß man einen jeden der einfachen Stoffe durch seinen lateinischen Anfangsbuchstaben, und wo mehrere denselben Anfangsbuchstaben haben, noch durch einen hinzugefügten zweiten Buchstaben bezeichnet, und, wo Verbindungen mehrerer einfachen Stoffe angezeigt werden sollen, die betreffenden Buchstaben neben einander setzt. Das Zeichen eines Stoffes ohne Beisatz drückt 1 Mischungsgewicht, Atom oder Aequivalent desselben aus. Wird der Buchstabe quer durchstrichen, so ist ein zweifaches Mischungsgewicht zu verstehen. Geht einer der Stoffe zu mehr als einem Atome oder Mischungsgewichte in die Verbindung ein, so drückt man dieß durch eine kleine, oben rechts an den betreffenden Buchstaben angehängte Zahl aus. Eine solche Zahl bezieht sich also immer nur auf den Buchstaben, neben welchem sie steht. Sollen aber mehrere Mischungsgewichte oder Atome einer Verbindung ausgedrückt werden, so setzt man die entsprechende Ziffer linker Hand vor den Ausdruck jener Verbindung. Da der Sauerstoff so ungemein häufig vorkommt, so pflegt man ihn durch Punkte über den Buchstaben zu bezeichnen, und zwar so viele Punkte zu machen, als die Zahl der Sauerstoff-Aequivalente oder Atome beträgt. Bei sehr zusammengesetzten Verbindungen endlich, z. B.

Digitized by Google

bei den Doppelsalzen, trennt man der bequemeren Uibersicht wegen die Zeichen der einzelnen Salze durch das Zeichen +. Das Nähere über diesen Gegenstand gehört in die chemischen Werke.

Die folgende Tabelle enthält die Zeichen und die Atomgewichte der einfachen Stoffe und mehrerer Verbindungen.

Name.	Formel.	Sauerstoff=100.	Wasserstoff=1.
Sauerstoff	O	100.000	16.025
Wasserstoff	H	6.2398	1.000
Stickstoff	N	88.518	14.186
Schwefel	S	201.165	32.239
Phosphor	P	196.155	31.436
Chlor	Cl	221.325	35.470
Brom	Br	489.150	78.390
Jod	J	768.781	123.206
Fluor	F	116.900	18.730
Kohlenstoff	C	75.000	12.019
Bor	B	135.983	21.793
Kiesel	Si	277.478	44.469
Selen	Se	494.582	79.263
Arsenik	As	470.042	75.329
Chrom	Cr	351.819	56.383
Vanadium	V	855.840	137.156
Molybdän	Mo	598.525	95.920
Scheel	Tu oder W	1183.196	189.621
Antimon	Sb	806.452	129.243
Tellur	Te	806.452	129.243
Tantal	Ta	1153.715	184.896
Titan	Ti	389.092	62.356
Osmium	Os	1244.210	199.390
Gold	Au	1243.013	199.207
Iridium	Ir	1233.260	197.640
Platin	Pt	1215.220	194.753
Rhodium	R	750.680	120.305
Palladium	Pd	714.618	114.526
Silber	Ag	1351.607	216.611
Quecksilber	Hg	1265.822	202.863
Kupfer	Cu	395.695	63.415
Uran	U	2711.360	434.527
Wismuth	Bi	1330.376	213.208
Zinn	Sn	735.294	117.839
Blei	Pb	1294.498	207.458
Kadmium	Cd	696.767	111.665
Zink	Zn	403.226	64.621
Nickel	Ni	369.675	59.245
Kobalt	Co	368.991	59.135
Eisen	Fe	339.213	54.363
Mangan	Mn	345.900	55.435
Cer	Ce	574.718	92.105
Zirkonium	Zr	420.238	67.348
Yttrium	Y	401.840	64.395
Beryllium	Be	331.479	53.123
Thorium	Th	744.900	119.377
Alumium	Al	171.167	27.431
Magnium	Mg	158.353	25.378
Calcium	Ca	256.019	41.030
Strontium	Sr	547.285	87.709

Digitized by Google

Name.	Formel.	Sauerstoff=100.	Wasserstoff=1.
Baryum	Ba	856.88	137.325
Lithium	L	127.757	20.474
Natrium	Na	290.897	46.620
Kalium	K	489.916	78.515
Ammoniak	N^2H^6	214.474	34.372
Cyan	N^2C^2	327.036	52.410
Schwefelwasserstoffsäure	H^2S	213.644	34.239
Chlorwasserstoffsäure .	H^2Cl^2	455.129	72.940
Cyanwasserstoffsäure .	$H^2N^2C^2$	339.515	54.410
Wasser	H^2O oder $\dot{H}$	112.479	18.025
Stickoxydul	N^2O oder $\dot{N}$	277.036	44.398
Stickoxyd	$\dot{N}$	188.518	30.212
Salpetrige Säure . .	N^2O^3 oder $\ddot{N}$	477.036	76.449
Salpetersäure . . .	N^2O^5 oder $\ddot{\ddot{N}}$	677.036	108.503
Unterschweflige Säure	$\dot{S}$	301.165	48.265
Schweflige Säure . .	$\ddot{S}$	401.165	64.291
Unterschwefelsäure . .	S^2O^5	902.330	144.609
Schwefelsäure . . .	$\dddot{S}$	501.165	80.317
Phosphorsäure . . .	P^2O^5	892.310	143.003
Chlorsäure	Cl^2O^5	942.650	151.071
Ueberchlorsäure . . .	Cl^2O^7	1142.650	167.097
Jodsäure	J^2O^5	2037.562	326.543
Kohlensäure	$\ddot{C}$	275.000	44.071
Kleesäure	C^2O^3	450.000	72.116
Borsäure	B^2O^6	871.966	139.743
Kieselsäure	$\dddot{Si}$	577.478	92.548
Selensäure	$\ddot{Se}$	694.582	111.315
Arsenikſäure	As^2O^5	1440.084	230.790
Chromoxyd	Cr^2O^3	1003.638	160.840
Chromsäure	$\dddot{Cr}$	651.819	104.462
Vanadsäure	$\dddot{V}$	1155.840	185.234
Molybdänsäure . . .	$\ddot{Mo}$	898.525	143.999
Scheelsäure	$\ddot{W}$	1483.200	237.700
Antimonoxyd	Sb^2O^3	1912.904	306.565
Antimonige Säure . .	Sb^2O^4	2012.904	322.591
Antimonsäure	Sb^2O^5	2112.904	338.617
Telluroxyd	$\ddot{Te}$	1006.452	161.296
Tantalsäure	Ta^2O^3	2607.430	417.871
Titansäure	$\ddot{Ti}$	589.092	94.409
Goldoxydul	Au^2O	2586.026	414.441
Goldoxyd	Au^2O^3	2786.026	446.493
Platinoxyd	$\ddot{Pt}$	1415.220	226.086
Rhodiumoxyd	R^2O^3	1801.360	228.689

Digitized by Google

Name.	Formel.	Sauerstoff=100.	Wasserstoff=1.
Palladiumoxyd . . .	$\dot{Pd}$	814.618	130.552
Silberoxyd	$\dot{Ag}$	1451.607	232.637
Queckſilberoxydul . .	$\dot{Hg}^2\,O$	2631.645	421.752
Queckſilberoxyd . . .	$\dot{Hg}$	1365.822	218.889
Kupferoxydul	$Cu^2\,O$	801.390	142.856
Kupferoxyd	$\dot{Cu}$	495.695	79.441
Uranoxydul	$\dot{U}$	2811.360	450.553
Uranoxyd	$U^2\,O^3$	5722.720	917.132
Wismuthoxyd . . .	$Bi^2\,O^3$	2960.752	474.490
Zinnoxydul	$\dot{Sn}$	835.294	133.866
Zinnoxyd	$\ddot{Sn}$	935.294	149.892
Bleioxyd	$\dot{Pb}$	1394.498	223.484
Mennige	$Pb^3\,O^4$	2888.996	462.995
Bleiſuperoxyd . . .	$\ddot{Pb}$	1494.498	239.511
Kadmiumoxyd . . .	$\dot{Cd}$	796.767	127.691
Zinkoxyd	$\dot{Zn}$	503.226	80 649
Nickeloxyd	$\dot{Ni}$	469.675	75.271
Kobaltoxyd.	$\dot{Co}$	468.991	75.161
Kobaltſuperoxyd . . .	$Co^2\,O^3$	1037.982	166.349
Eiſenoxydul	$\dot{Fe}$	439.213	70.389
Eiſenoxyd	$Fe^2\,O^3$ oder $\ddot{Fe}$	978.426	156.804
Manganoxydul . . .	$\dot{Mn}$	445.900	71.461
Manganoxyd	$M^1\,O^3$	991.800	158.948
Manganſuperoxyd . .	$\ddot{Mn}$	545.900	87.487
Manganſäure	$Mn^2\,O^4$	1191.800	191.000
Ceroxydul	$\dot{Ce}$	674.718	108,132
Ceroxyd	$Ce^2\,O^3$	1449.436	232.289
Zirkonerde	$Zr^2\,O^3$	1140.476	182.775
Yttererde	$\dot{Y}$	501.840	80.425
Beryllerde	$Be^2\,O^3$	962.958	154.325
Thorerde	$Th^2\,O$	1589.800	254.781
Thonerde	$Al^4\,O^3$ oder $\dot{Al}$	642.334	109.942
Bittererde.	$\dot{Mg}$	258.353	41.404
Kalk	$\dot{Ca}$	356.019	57.056
Strontian	$\dot{Sr}$	647.285	103.735
Baryt	$\dot{Ba}$	956.880	153.351
Lithion	$\dot{L}$	227.757	36.501
Natron	$\dot{Na}$	390.897	62.646
Natriumſuperoxyd . .	$Na^2\,O^3$	881.794	141.318
Kali	$\dot{K}$	589.916	94.541

Digitized by Google

Name.	Formel.	Sauerstoff=100.	Wasserstoff=1.
Kaliumsuperoxyd. . .	$\dddot{K}$	789.916	126.593
Schwefelsaures Kali .	$\dot{K}\dddot{S}$	1091.081	174.859
Schwefels. Eisenoxydul.	$Fe\dddot{S}$	940.378	150.706
Schwefels. Eisenoxyd .	$\dddot{Fe}\dddot{S}^3$	2481.906	397.754
Eisenchlorür	$FeCl^2$	781.863	125.303
Eisenchlorid	$FeCl^3$	2006.376	321.545
Quecksilberchlorür . .	$Hg\dot{C}l$	2974.295	476.666
Quecksilberchlorid . .	$Hg\dot{C}l$	1708.472	273.803
Berlinerblau	$2K\dot{N}\dot{C}+Fe\dot{N}\dot{C}$	2308.778	370.008
Alaun	$\dot{K}\dddot{S}+\dddot{Al}\dddot{S}^3+24\dot{H}$	5936.406	951.378
Feldspath	$\dot{K}\dddot{Si}+\dddot{Al}\dddot{Si}^3$	3542.162	567.673

Frankfurterschwarz. Wird durch Verkohlung von Weinreben, die man vorher sorgfältig wäscht, bereitet.

Franzbranntwein. (Brandy, Eau-de-vie.) Man versteht darunter den aus Wein (d. h. gegohrnem Traubensafte) dargestellten Branntwein, der sich durch ein eigenthümliches Aroma von andern Branntweinarten, als Korn- und Kartoffelbranntwein, Rum, Arrak und Anderen, leicht unterscheiden läßt. Aber auch unter den verschiedenen Sorten von Franzbranntwein herrscht, je nach der Weinsorte, aus der er destillirt wurde, ein sehr bemerklicher Unterschied, so daß ein geübter Kenner den Franzbranntwein von Languedoc, Bordeaux, Armagnac, Cognac, Aunis, Saintonge, Rochelle, Orleans, Barcelona, Neapel u. s. w. recht gut unterscheidet.

Die besten Sorten von Franzbranntwein, der Cognac und Armagnac, besitzen ein spezifisches Gewicht von 0,922 bis 0,935, und enthalten über 50 Prozent Wasser. Oft freilich wird er auch, um die Kosten des Transports zu mindern, nochmals destillirt, und der gewonnene Spiritus von den Verkäufern mit Wasser und etwas recht stark riechendem Franzbranntwein, wie er durch Destillation von gegohrnen Trestern gewonnen wird, wieder verdünnt. Solcher aus Spiritus durch nachherige Verdünnung erhaltene Branntwein hat aber nie den feinen Geruch des eigentlichen Cognac, denn wenn man recht schönen Cognac bei gelinder Hitze destillirt, und den erhaltenen starken Spiritus nachher mit Wasser zu der Stärke des Cognacs verdünnt, so erhält man einen weit weniger gut schmeckenden Branntwein.

Echter Franzbranntwein reagirt auf Lakmuspapier schwach säuerlich in Folge eines geringen Essigsäuregehaltes. Auch will man Essigäther darin gefunden haben, dessen Vorkommen in dem Branntwein jedoch nach neueren Beobachtungen mindestens zweifelhaft ist. Durch längeres Lagern auf eichenen Fässern löst er eine kleine Menge von Gerbstoff aus dem Holze auf, wodurch er die Eigenschaft erlangt, mit Eisensalzen eine bläulich schwarze Farbe anzunehmen.

Um aus reinem Kornbranntwein ein, dem Franzbranntwein ganz ähnliches Produkt darzustellen, kann man folgendermaßen zu Werke gehen. Man verdünnet guten fuselfreien Kornspiritus mit Wasser bis zu dem spezif. Gew. von etwa 0,93, setzt zu je 100 Pfund davon eine Auflösung von $^1/_2$ Pfund rohem Weinstein, etwas Essigäther und französischen Weinessig, einige zerquetschte Pflaumen und Cognac*). Das Ganze wird

*) Im Originale heißt es: flavour stuff of Cognac, was durch »Cognac« wohl nicht richtig übersetzt, leider aber unverständlich ist. Anm. der Bearb.

Digitized by Google

nun bei mäßigem Feuer in einem Destillirapparat mit Rührvorrichtung einmal überdestillirt. Um ihm endlich die schwach bräunliche Farbe des echten Franzbranntweins zu geben, löst man ein wenig gebrannten Zucker (Karamel) darin auf, und bewirkt durch einige Tropfen Katechu oder Galläpfelinfusion den schwach adstringirenden Geschmack.

Jedenfalls, bemerkt Ure, ist man auf diesem Wege sicher, einen Branntwein zu erhalten, der frei von schädlichen Beimischungen ist, dergleichen der englische Branntwein, um recht berauschend zu wirken, so häufig bekommt. —

Frischschlacke (Floss); die bei dem Eisenfrischen entstehende, hauptsächlich Kieselerde und Eisenoxydul enthaltende, mehr oder weniger dunkelgraue oder schwarze Schlacke, die als Entkohlungsmittel bei dem Frischprozesse eine wichtige Rolle spielt. (M. s. „Eisen“.)

Fritte, s. Glasfabrikation.

Fuhrwerk. (Allgemeine Grundsätze). — Da der Name Fuhrwerk bekanntlich von den verschiedensten Vorrichtungen gebraucht wird, so ist ausdrücklich zu bemerken, daß hier darunter nur Karren und Wägen, oder zweirädrige und vierrädrige Transportmittel verstanden werden sollen. Um von der zweckmäßigen Einrichtung dieser so höchst wichtigen Apparate deutliche Ansichten zu erwerben, ist es erforderlich, einige Sätze voranzuschicken, welche die Physik und Mechanik bei der Lehre von der Reibung näher entwickeln und beweisen.

Zwei feste Körper, welche mit ihren Oberflächen und einem gegenseitigen Drucke an einander herbewegt werden, zeigen — unabhängig von allen sonstigen Verhältnissen — einen Widerstand gegen die Bewegung, welcher mit dem Namen Reibung oder Friktion belegt wird. Wenn die Theile der Fläche in Bewegung gerathen, so hat jeder Punkt eine augenblickliche Richtung, die normal gegen das Perpendikel der gemeinschaftlichen Berührungs-Ebene gerichtet ist, und die Richtung der Kraft, welche irgend einen Punkt wirklich forttreibt, muß ebenfalls rechtwinklig gegen die Richtung des gegenseitigen Druckes gestellt sein. Die Reibung als Widerstand gegen die Bewegung ist, längs der Oberfläche, der Richtung der Bewegung stets geradlinig entgegen gesetzt, und also auch rechtwinklig auf die Richtung des Druckes. — Neben der Reibung ist nun in manchen Fällen die Anhaftung oder Adhäsion der bewegten Flächen wesentlich mit zu berücksichtigen; zunächst soll indessen davon abgesehen werden.

Man unterscheidet zwei Arten von Reibung, nämlich: gleitende und wälzende. Gleitende Reibung findet Statt, wenn verschiedene Theile des einen Körpers mit demselben Theile des andern allmälig in Berührung kommen. Man pflegt dabei noch schiebende und drehende Reibung zu unterscheiden; erstere zeigt sich bei dem einfachen Fortschieben eines Körpers auf einer Unterlage; letztere bei dem Bewegen eines Zapfens in seiner Pfanne. Bei der wälzenden Reibung, wie sie sich z. B. bei dem Fortrollen einer Walze zeigt, treten allmälig von beiden Flächen verschiedene Theile mit einander in Berührung.

Als Ursache der Reibung erkennt man die natürliche Rauhigkeit der körperlichen Oberflächen, welche durch Poliren und andere Mittel zwar bis zu einem gewissen Grade vermindert, jedoch nie ganz beseitigt werden kann. Es gibt für diese Rauhigkeit keinen Maßstab, sondern sie läßt sich nur in ihrer Wirkung durch Vergleichung mit anderen Zuständen derselben Art auffassen. Im Allgemeinen zeigen gleichartige Körper stärkere Reibungen gegen einander als verschiedenartige, und es erklärt sich diese Thatsache sehr einfach daraus, daß bei ersteren die gegenseitigen kleinsten Erhabenheiten und Vertiefungen mehr und gleichmäßiger in einander greifen und passen, als dies bei verschiedenartigen Körpern der Fall sein kann. Eine höhere Temperatur, wie sie besonders durch Reibung selbst eintreten kann, vermehrt den Widerstand oft sehr bedeutend.

Digitized by Google

Als wesentliche Sätze, welche die Erfolge der Reibung darlegen, kann man die nachstehenden ansehen:

a) Die Größe der Reibung ist — unter sonst gleichen Umständen — dem Drucke proportional, mit welchem die Flächen an einander herbewegt werden.

b) Bei gleichem Drucke ist die Größe der Reibung unabhängig von der Ausdehnung der sich reibenden Flächen, vorausgesetzt jedoch, daß diese nicht bis zu einer einschneidenden Kante oder Spitze verkleinert sind. Diese sehr wichtige Thatsache findet ihre Erklärung darin, daß bei Vergrößerung der Fläche der Druck in entsprechendem Maße an jeder Stelle abnimmt, daher die gegenseitigen Rauhigkeiten nicht mehr so stark wie früher in einander greifen können, und daß bei Körpern, deren Theile in starrer Verbindung stehen, das Aufheben und Bewegen einer Stelle das gleichzeitige Loslassen aller anderen herbeiführt und bedingt.

c) Die Reibung, um aus der Ruhe in Bewegung überzugehen, ist größer als diejenige, welche während der Bewegung wahrgenommen wird. Die Zeiten, welche bei ruhenden Körpern verfließen, ehe sich der größte Werth des Reibungswiderstandes zeigen kann, sind übrigens so verschieden, daß eine allgemeine Angabe nicht möglich ist.

d) Gleitende Reibung zeigt einen ungleich größeren Widerstand als wälzende, welches sich leicht daraus erklärt, daß bei letzterer ein hebelartiges Losheben der sich berührenden Theile Statt findet, welches bei ersterer offenbar nicht eintreten kann; vielmehr erfordert diese, um die Bewegung eintreten zu lassen, häufig ein gewaltsames Abbrechen und Umbiegen der widerstehenden Theile.

e) Die verschiedenen Geschwindigkeiten während der Bewegung zeigen nur einen unmerklichen Einfluß auf die Größe der Reibung.

Man ist übereingekommen, den Werth oder den Widerstand der Reibung durch einen Bruch auszudrücken, dessen Nenner den jedesmaligen Druck angibt, womit die Flächen an einander gepreßt sind, und dessen Zähler denjenigen verhältnißmäßigen Theil dieses Druckes darlegt, welcher als bewegende Kraft angewendet werden müßte, um die Bewegung eintreten zu lassen oder zu erhalten. Diese Zahlen, welche durch umfassende Erfahrungen in jedem besonderen Falle festgestellt worden sind, werden Reibungs-Koeffizienten oder Reibungs-Faktoren genannt. So würde z. B. der Reibungs-Koeffizient $^1/_4$ andeuten, daß bei zwei reibenden Körpern, denen diese Zahl angehört, jedesmal der vierte Theil des Statt findenden Druckes als Kraft verwendet werden müsse, um die Reibung zu überwinden. Natürlich sind jedoch alle Werthe, die auf diese Weise gefunden und in Tabellen niedergelegt sind, nur Mittelzahlen, welche innerhalb gewisser Grenzen einen genügenden Grad von Zuverlässigkeit für die Ausübung darbieten, ohne auf absolute Genauigkeit Anspruch zu machen, wie sich dies wegen der großen Abweichung in der natürlichen Beschaffenheit von solchen Substanzen derselben Art, wie sie hier vorkommen, zum Voraus denken ließ.

Ohne in Einzelnheiten für die Auffindung der Reibungs-Koeffizienten einzugehen, kann man folgende als die wichtigsten Mittelzahlen bemerken.

I. Gleitende Reibung der Ruhe.

1. Schiebende Reibung im trocknen Zustande.

Eichen auf Eichen $^3/_4$; Kiefer auf Kiefer $^7/_{12}$; Ulmen auf Ulmen $^6/_{11}$; Eichen auf Kiefer $^3/_4$; Eichen auf Guajak $^4/_{10}$; Eisen auf Eisen $^2/_7$; Kupfer auf Eisen $^3/_5$; Eisen auf Eichen $^1/_3$; Kupfer auf Eichen $^2/_{11}$; Messing auf Eisen $^2/_{11}$.

Mit Talg geschmiert ergaben sich folgende Zahlen:

Eichen auf Eichen $^2/_5$; Kupfer auf Eisen $^1/_{10}$; Eisen auf Eichen $^1/_{12}$.

2. Drehende Reibung.

Kupfer auf Eisen (trocken) $^2/_{11}$; mit Talg geschmiert $^1/_{11}$; Eisen auf Guajak (trocken) $^1/_{14}$; mit Talg geschmiert $^1/_{20}$.

Digitized by Google

II. Gleitende Reibung der Bewegung.

1. Schiebende Reibung trocken.

Eichen auf Eichen $^1/_4$; Kiefer auf Kiefer $^1/_3$; Ulmen auf Ulmen $^1/_{10}$; Eisen auf Eisen $^1/_7$; Kupfer auf Eisen $^1/_6$; Eisen auf Eichen $^1/_6$; Kupfer auf Eichen $^1/_{12}$.

Mit Talg geschmiert:

Eichen auf Eichen $^1/_{10}$; Eisen auf Eisen $^1/_{10}$; Kupfer auf Eisen $^1/_{11}$; Eisen auf Eichen $^1/_{15}$; Kupfer auf Eichen $^1/_{41}$.

2. Drehende Reibung beim Schmieren mit Talg:

Eichen auf Guajak $^1/_{25}$; Eichen auf Ulmen $^1/_{33}$; Buchsbaum auf Guajak $^1/_{21}$; Buchsbaum auf Ulmen $^1/_{29}$; Kupfer auf Eisen $^1/_{12}$; Eisen auf Guajak $^1/_{20}$.

Das Schmieren mit Oel wirkt weniger günstig, noch weniger das mit Theer oder abgenutztem Talg.

Der Widerstand der Adhäsion, welcher häufig außer der Reibung Statt findet, wächst im geraden Verhältnisse mit den anhaftenden Flächen und scheint vom Drucke unabhängig zu sein, er ist im Allgemeinen und vergleichungsweise so gering, daß er bei bedeutenden Reibungen, mit denen derselbe verbunden erscheint, vernachlässigt werden kann. Es ist zu bemerken, daß die benutzten Oberflächen der Körper bei allen Versuchen möglichst polirt waren, und daß bei der Verwendung von fettigen Substanzen, wie Talg oder Oel, unter dem Namen von Schmiere, die dadurch eintretende oft sehr bedeutende Abnahme der Reibung ganz einfach deshalb erfolgt, weil durch dies Zwischenmittel ein mehr oder weniger vollständiges Ausfüllen der natürlichen Unebenheiten zu Wege gebracht wird. Auch der Erfolg dieses Mittels ist nach Beschaffenheit derjenigen Substanzen, wobei es benutzt wird, sehr verschieden, und es muß von ihm nie mehr verwendet werden, als durchaus nöthig ist.

Es zeigt sich ferner aus dieser Tafel, daß zwar einige harte Hölzer noch geringere Reibung geben, als manche Metalle; allein wegen der ungleich größern Festigkeit und Dauer der letztern Stoffe werden sie dennoch zu Maschinentheilen und andern Apparaten meistens vorgezogen. Die wälzende Reibung zeigt sich nach den sie betreffenden Erfahrungen stets ungleich geringer als die gleitende; sie steht bei den nämlichen Körpern im geraden Verhältnisse des Druckes und im umgekehrten Verhältnisse mit den Halbmessern oder Durchmessern der Walzen, so daß mithin eine ganz so einfache Bestimmung durch Koeffizienten, wie bei der gleitenden Reibung nicht thunlich ist. Eine 6zöllige Walze von Guajak auf eichener Unterlage erfordert bei 100 Pfd. Belastung nur 0,6 Pfd. zur Bewegung; eine 2zöllige also dreimal so viel u. s. w. Eine 6zöllige Walze von Ulmen auf Eichen bei 1000 Pfd. Belastung wurde durch 10 Pfd. Kraft in Bewegung gesetzt; und aus diesen Angaben läßt sich durch einfache Rechnung die entsprechende Fortsetzung finden, wobei natürlich Alles auf dieselben Einheiten bezogen werden muß. Bezeichnet man die Belastungen durch B und b, die Halbmesser durch H und h und die Widerstände durch W und w, so muß, dem Vorigen zufolge, nachstehendes Gesetz für die wälzende Reibung Statt finden:

$$W : w = \frac{B}{H} \cdot \frac{b}{h}$$

wenn also die Verhältnisse B, H und W zum Grunde gelegt sind, b und h von Neuem gegeben und daraus w gesucht wird, so findet sich:

$$w = \frac{W \cdot H}{B} \cdot \frac{b}{h}$$

Hierin ist der erste Faktor $\frac{W \cdot H}{B}$ beziehungsweise konstant, und muß Reibungs-Koeffizient genannt werden. Bei der 6zölligen Walze von Guajak auf Eisen war gefunden B = 100 Pfd., H = 3″, und W = 0,6 Pfd.

Digitized by Google

Wenn nun $b = 2000$ Pfd., $h = 6''$ gegeben wird, so findet sich zunächst der Reibungs-Koeffizient $\frac{W.H}{B} = \frac{0,6.3}{100} = 0,018$; und folglich wird für die neuen Bedingungen

$$w = 0,018.\frac{2000}{6} = 6 \text{ Pfd.}$$

Die hauptsächlichste und entscheidende Bestrebung bei der Einrichtung aller Transportmittel ist bekanntlich dahin gerichtet, die Widerstände gegen die Bewegung so unbedeutend wie möglich zu machen, und abgesehen von der Beschaffenheit der Wege und sonstigen Hindernissen, besteht das vorzüglichste Mittel, jenen Zweck zu erreichen, in der Verminderung der Reibung. Weil nun die wälzende Reibung so äußerst viel geringer ist, als die gleitende, so liegt die Idee sehr nahe, wo möglich durch eine Umänderung der letztern in die erstere, sich dem vorgesteckten Ziele zu nähern, und es hat nicht an vielfachen Vorschlägen gefehlt, wie man geradezu jene Umänderung bewirken könnte. Allein die bis jetzt bekannt gewordenen Erfindungen dieser Art waren entweder ganz unpraktisch, oder ihre Anwendungsfähigkeit ist auf einzelne so seltene Fälle beschränkt, daß eine Benutzung im Großen davon nie zu erwarten steht. Untergelegte Walzen unter die fortzuschaffenden Lasten sind ein allbekanntes Mittel, welches nur für kleine Strecken brauchbar ist. Räderwerke, deren Zapfen selbst wieder auf dem Umfange anderer Räder liegen — so genannte Friktionsrollen — eignen sich nur für geringe Belastungen und sind leicht zerbrechlich u. s. w. Es bleibt daher für jetzt nichts übrig, als denjenigen Mechanismus kennen zu lernen und darzulegen, der seit Jahrtausenden schon zu diesem Zwecke benutzt ist, nämlich die Fortschaffung der Lasten durch Achse und Rad. Er überträgt die schiebende Reibung in eine drehende am Umfange der Achse, und in eine wälzende am Umfange des Rades. Dabei ist es zunächst gleichgültig, ob die Achse mit dem Rade sich in einer Unterlage dreht, oder wie es gewöhnlicher ist, um die unbeweglich feste Achse sich das Rad allein dreht.

Gelegentlich mag hier angeführt werden, daß die großartigste Verminderung der Reibung, welche bekannt geworden ist, diejenige sein dürfte, wodurch der Granitblock transportirt wurde, auf welchem die Bildsäule Peters des Großen in Petersburg steht. Der Block wog über 3 Millionen Pfund und wurde auf metallenen Kugeln fortgeschafft, so daß mit Anwendung anderer mechanischer Vorrichtungen die gewöhnliche Kraft zum Bewegen einer so außerordentlichen Last dennoch kaum 2000 Pfd. zu betragen brauchte.

Wenn man sich eine Schleife mit ihrer Belastung auf Walzen gelegt denkt, und diese Walzen durch die Ausführung als Räder bleibend macht, so hat man hierin die erste und allgemeine Vorstellung des Wagengestelles. Zweirädrige Fuhrwerke heißen bekanntlich Karren, vierrädrige Wagen; Gestelle mit mehr als vier Rädern kommen nur ausnahmsweise vor und verdienen hier keine besondere Berücksichtigung.

Als Grundlage der ganzen Betrachtung sind natürlich die Verhältnisse an *einem* Rade anzusehen, und es dienen zu ihrer Bestimmung — so weit dies ohne tieferes mathematisches Eingehen thunlich ist — die nachstehenden Sätze.

Eine oberflächliche Kenntniß der Theile eines Rades und ihrer Namen darf dabei als geläufig vorausgesetzt werden.

Man denke oder zeichne sich als Darstellung des Rades einen Kreis auf horizontaler Grundlinie, und um seinen Mittelpunkt einen zweiten verhältnißmäßig kleinen Kreis als Angabe des Achsschenkels, oder der Oeffnung der Nabe. Im ruhenden Zustande pflanzt sich der Druck der Belastung, die auf der Achse liegt, in senkrechter Richtung von der Achse

Digitized by Google

gegen die Nabe, und am Umfange des Rades gegen den Erdboden oder die sonstige Unterlage fort. Es werde eine horizontale Zugkraft angenommen, deren Angriffspunkt die Mitte der Achse ist, und man fragt zunächst nach den Bedingungen des Gleichgewichts zwischen Kraft und Widerstand. Nun leuchtet ein, daß der Widerstand am Umfange des Rades als eine nach rückwärts gestellte Kraft anzusehen ist, deren Ueberwindung nothwendig mit einem gleichzeitigen Vorrücken der Achse oder einer eben solchen Rückwärtsdrehung des Rades verbunden sein muß. Denn wenn auf glatten Bahnen dieser Widerstand am Umfange fehlt, so dreht sich bekanntlich das Rad nicht, sondern es entsteht so lange eine bloß fortschleifende Bewegung. Alle Verhältnisse also, welche sich der Umdrehung des Rades widersetzen, sind in demselben Sinne Hindernisse des Fortrückens und umgekehrt. Als erster Widerstand gegen die Drehung des Rades erscheint nun nothwendig diejenige Reibung am Umfange der Achse, welche als drehende Reibung nicht allein einen bestimmten Zahlenausdruck zum Reibungs-Koeffizienten hat, sondern auch an einem Hebelarme wirksam ist, welcher mit dem Halbmesser der Achse übereinstimmt. Bei einem und dem nämlichen Werthe der unmittelbaren Reibung steht also, nach bekannten Sätzen, der Erfolg derselben, d. h. hier der Widerstand gegen die drehende Bewegung, in geradem Verhältnisse mit dem Halbmesser oder Durchmesser der Achse. Es wird daher, wenn alles Uebrige unverändert bleibt, der Widerstand in demselben Maße wachsen, wie die Achse dicker wird. Sodann ist als Folge des übertragenen Druckes, wie schon erwähnt, ein rückwärts gestellter Widerstand am Umfange des Rades zu berücksichtigen. Zu seiner Ueberwindung, um die Drehung zu bewirken, hat die Zugkraft, wie leicht zu ersehen, einen Hebelarm, welcher dem Halbmesser des Rades entspricht, und die Bewältigung muß daher um so leichter erfolgen, je größer dieser Halbmesser angenommen war.

Es sind also für jetzt die beiden Momente des Widerstandes, welche hier in Betracht kommen, um so leichter zu überwinden, je kleiner der Hebelarm der drehenden Reibung an der Achse, d. h. je dünner der Schenkel ist, und auf der anderen Seite, je größer der Hebelarm der Zugkraft, d. h. der Halbmesser oder auch die Höhe des Rades ausgeführt wurde. In diesen höchst einfachen Begriffen liegt die theoretische Entwicklung ausgesprochen, wenn man eine vollständige mathematische Darlegung vermeiden will, und es darf dies um so mehr geschehen, als es sich bald zeigen wird, daß die mathematisch nachzuweisenden Verhältnisse des Widerstandes und die Gesetze des Gleichgewichtes keineswegs diejenigen sind, welche im wirklichen Gebrauche entscheiden. Wenn also auch die vorstehende Erörterung nicht auf strenge Begründung Anspruch machen kann, so behält sie dennoch als Resultat die nämliche Wichtigkeit, welche nur einer weit ausgedehnteren Untersuchung zukommen könnte. Dabei ist auch noch der Einfluß der wälzenden Reibung am Umfange des Rades vernachlässigt, welches um so eher zu rechtfertigen ist, da derselbe vergleichungsweise zu den weit größeren Widerständen, die sich noch nachweisen lassen, in der That als unbedeutend erscheint. — Bezeichnet man den Halbmesser des Rades mit a, den der Achse mit r, die Belastung mit Q und den unmittelbaren Reibungskoeffizienten am Umfange der Achse oder des Schenkels mit f, so findet sich für den Fall des Gleichgewichtes die Zugkraft $K = f \cdot \frac{r}{a} \cdot Q$, worin die vorhin entwickelten Beziehungen einfach ausgesprochen sind. Es sei z. B. die Belastung 5000 Pfund = Q; Halbmesser des Rades $a = 30''$; Halbmesser der Achse $r = 2''$ und der Reibungskoeffizient $f = 1/5$, so fände sich auf diesem Wege eine Zugkraft $K = 1/5 \cdot 2/30 \cdot 5000 = 66\,2/3$ Pfd., und so in allen ähnlichen Fällen.

Eine vollständige Theorie muß mit einer genauen Erfahrung nothwendig und von selbst übereinstimmen. Nur freilich ist die Gewinnung

Digitized by Google

der letzteren häufig eben so schwierig, wie die Entwickelung der ersteren; und wenn einseitige Empirie mit gelehrter Einseitigkeit in Zusammenstoß geräth, so ist eine verständige Ausgleichung nicht füglich zu erwarten. Diese Bemerkung gilt in besonderem Grade von manchen Einrichtungen der Fuhrwerke, bei denen fast niemals eine erwägende Theorie dem arbeitenden Handwerker zu Hülfe gekommen ist. Wer z. B. die eben vorstehenden Zahlen näher betrachtet, wird leicht erkennen, daß kein Rad mit solcher Belastung durch eine so winzige Kraft bewegt oder auch nur in den Zustand des Gleichgewichts versetzt werden könnte. Und in der That sind in den früheren Herleitungen sehr wesentliche Umstände außer Acht gelassen, welche für die Anwendung den entschiedensten Einfluß geltend machen. Hierher gehört zuerst die Vertheilung der Last auf wenigstens zwei Räder, wodurch zwar rein theoretisch Nichts geändert wird, desto mehr aber in einzelnen Fällen des wirklichen Gebrauches.

Sodann aber bewirkt die Beschaffenheit der gewöhnlichen Wege und die Konstruktion der Achse (wovon später die Rede sein wird), daß fast ununterbrochen Reibungen an der Seite der Radfelgen, so wie an der Mittelachse oder am Lünz Statt finden, welche unfehlbar viel größere Widerstände gegen die Bewegung hervorrufen, als es die bisher erörterten Beziehungen thun konnten, und in diesen stets einwirkenden aber auch stets veränderlichen Hindernissen liegt bei Weitem der Hauptgrund für die wirkliche Größe der Zugkräfte, wie die Erfahrung sie fordert.

Ferner sollte die Zugkraft, wie sie durch die Reibung bedingt wird, sich verhalten wie die Quotienten, welche erscheinen, wenn man die Halbmesser der Schenkel durch die Halbmesser der Räder dividirt. Aber diese Behauptung ist nur rein mathematisch, nicht physikalisch richtig. Denn bei zu dünnen Schenkeln entstehen nothwendig Biegungen und dadurch Klemmungen von dem nachtheiligsten Einflusse, und bei zu hohen Rädern würde die Anbringung der Zugkräfte durch die Lage der Stränge nur unvortheilhaft geschehen können. Endlich aber ist wohl zu berücksichtigen, daß ein möglichst hoher Grad von Beweglichkeit geradezu nur auf horizontalem festen Boden von unbedingtem Nutzen sein kann, daß aber bei solchen Verhältnissen des Bodens und der Wege, wo ein Streben des Fuhrwerkes sich rückwärts zu bewegen, eintritt, der höchste Grad von leichter Beweglichkeit schon dadurch zum Theil aufgehoben und nutzlos gemacht wird. Nun aber bieten alle gewöhnlichen Wege eine zusammenhängende Kette von Erhabenheiten und Vertiefungen dar, jeder tief sandige oder weiche Weg bildet vor dem Rade eine augenblicklich entstehende und wieder niederzudrückende Erhöhung, wodurch es dann sehr begreiflich wird, daß die möglichst dünnen Schenkel im wirklichen Gebrauche keineswegs sich so günstig zeigen, wie es theoretisch der Fall sein sollte.

Für eine zweckmäßige Anordnung der Theile des Gestelles der Fuhrwerke müssen nun noch verschiedene einzelne Umstände näher erörtert werden, durch deren Auffassung demnächst das Urtheil geleitet und bestimmt werden muß.

1. Verhältnisse beim Aufwärtsfahren.

So lange die Bewegungen auf einer horizontalen Ebene erfolgen, hat die Zugkraft keine anderen Widerstände zu überwinden, als die bisher verhandelt wurden. Wenn aber das Fuhrwerk bergan fahren soll, so tritt die Schwerkraft als neues Hinderniß, das mit überwunden werden muß hinzu. Dieser Einfluß wird gefunden, wenn man das ganze Gewicht der Belastung und des Gestells mit der Sinuszahl des Neigungswinkels multiplizirt. Bei einem Ansteigen um 10 Grad ist jene Zahl 0,1736; und wenn also das Gesammtgewicht 5800 Pfd. beträgt, so entsteht dadurch ein neuer Widerstand, welcher die erhebliche Größe von 0,1736 × 5800 Pfd. = 1006 Pfd. besitzen wird. Man kann hieraus leicht ermessen, welchen

Digitized by Google

bedeutenden Einfluß auch die geringern Steigungsverhältnisse der Wege auf die Vermehrung der Zugkräfte haben. Etwas ganz Aehnliches, nur nicht so leicht darzulegen, findet in sandigen und tiefen Wegen Statt, wozu die Reibung an der Seite der Radfelgen noch hinzukommt. Daraus folgt sehr deutlich, wie ganz außerordentlich die Kräfte der Zugthiere und diese selbst geschont werden, wenn die Beschaffenheit der Wege in dieser Hinsicht zweckmäßig angeordnet und erhalten wird. Für das Bergabfahren müßte eine eben so große Kraft als Hemmung entgegentreten, wenn nicht die Größe der Reibung als vortheilhaft hier einwirkte, und eine Verminderung zuließe. Bei zweirädrigem Fuhrwerke zeigt sich beim Bergabfahren noch ein anderer Uebelstand, der später näher erörtert werden muß.

2. Uebersteigen von Hindernissen auf dem Wege.

Ein festes Hinderniß, welches sich auf dem Wege des Rades vorfindet, verlangt ein wirkliches Drehen und theilweises Heben der Last um die zunächst getroffene Kante desselben. Wenn man von dem Mittelpunkte des Rades nach dieser Kante einen Halbmesser zieht, und den Winkel angibt, den derselbe mit der senkrechten Richtung einschließt, so zeigt eine leichte Betrachtung, daß der so entspringende Widerstand gefunden wird, indem man das Gesammtgewicht mit der Tangentenzahl dieses Winkels multiplizirt. Ist z. B. der Halbmesser des Rades 3 Fuß, und die Höhe eines Hindernisses ½ Fuß, so beträgt jener Winkel 33 Grad, und seine Tangentenzahl 0,6494; bei einem Gesammtgewichte von 5800 Pfd. ergibt also dieser Widerstand den sehr bedeutenden Werth von $5800 \times 0{,}6494 = 3766$ Pfd. Wäre der Winkel 45 Grad groß, so würde bereits die Zugkraft der ganzen Last gleich sein müssen. Man erkennt sofort, daß höhere Räder jenen Winkel, bei sonst gleichen Hindernissen, vermindern, also einen viel leichteren Gang geben; auch ersieht man eben so leicht, daß selbst unbedeutend scheinende Hindernisse vom nachtheiligsten Einflusse sein müssen. Obgleich die angeführten Zahlen allerdings sehr große Widerstände ausdrücken, so muß man dabei erwägen, daß für den ernstlichen Fall einige Beziehungen eintreten, welche die Ueberwindung möglich machen und erleichtern. Zuerst befindet sich das Hinderniß regelmäßig doch nur vor einem Rade, und auf diesem ruht nur ein Theil der Last, entweder die Hälfte oder der vierte Theil; dabei bieten die andern Räder Stützpunkte dar, so daß die zu hebende Last auf eine viel günstigere Weise in die nothwendige Drehung versetzt wird. Sodann kommt das Fuhrwerk nicht im Zustande der Ruhe vor das Hinderniß, sondern die Bewegung — die oft absichtlich vorher beschleunigt wird — bietet ein Moment dar, wodurch mit einer schwungartigen Bewegung die Drehung und Uebersteigung sehr befördert wird. Endlich ist die Anstrengung der Pferde nur augenblicklich nöthig, und daher können oft ganz unverhältnißmäßig große Kraftäußerungen von ihnen geleistet werden.

3. Fester Stand des Gestelles.

Nach bekannten Sätzen der Statik fällt ein Körper um, sobald die Senkrechte, welche von seinem Schwerpunkte herabgelassen wird, aus der Unterstützungs-Ebene hinausfällt. Wenn nun ein Körper um eine bestimmte Seite seiner Grundfläche gekippt oder umgelegt werden soll, so hängt der Widerstand, welcher sich dem entgegenstellt (die sogenannte Stabilität) zunächst von dem Gewichte des Körpers ab, und zwar so, daß ein größeres Gewicht eine vermehrte Gewalt zum Umlegen erfordert; sodann von der Höhe des Schwerpunktes über der Unterstützungs-Ebene, indem mit zunehmender Höhe die Stabilität gleichmäßig verringert wird; endlich von dem Abstande, welchen die Senkrechte aus dem Schwerpunkte von derjenigen Seite der Grundfläche hat, um welche das Kippen oder Umlegen erfolgen soll. Je größer dieser Abstand ist, um so fester steht der Körper, weil alsdann eine stärkere Neigung ein-

Digitized by Google

treten muß, damit jene Senkrechte aus dem Bereiche der unterstützenden Fläche hinausfallen kann.

Wendet man diese einfachen Verhältnisse auf das Gestell eines Fuhrwerkes an, so ergibt sich sogleich, daß der Raum zwischen den Rädern hier als die Unterstützungs-Ebene zu betrachten ist; daß die Gesammtlast den halben Abstand der Räder zu ihrem Hebelarme hat, um den festen Stand zu sichern, daß aber eine durch Umstände herbeigeführte umreißende Gewalt die Höhe des Schwerpunktes (welche über der Mitte der Achse liegend angenommen werden kann) vom Erdboden zu ihrem Hebelarme hat. Sobald nun das Fuhrwerk an eine seitwärts geneigte Ebene gestellt wird, so läßt sich sehr leicht der Winkel der Seiten-Neigung angeben, bis zu welchem hin das Fuhrwerk schräg gestellt werden kann und dennoch nicht umfallen wird, weil die Senkrechte aus dem Schwerpunkte bis zu dieser Grenze noch innerhalb des durch die Räder bestimmten Raumes bleiben muß. Bei einer halben Spurweite von 30″ und einer Höhe des Schwerpunktes von 36″ wird der Winkel, bis zu welchem die Seiten-Neigung vergrößert werden kann, ohne daß das Umwerfen erfolgt, zwischen 39 und 40 Grad betragen. Das Nämliche wird offenbar eintreten, wenn ein Rad überhaupt niedriger steht, als das andere, gleichgültig, ob dies durch eine seitwärts abhangende Bahn oder durch Schlaglöcher, einseitige Hindernisse u. dgl. herbeigeführt ist.

Allein in solcher Auszeichnung wird in den Fällen der Anwendung der feste Stand nicht gesichert sein. Das Fuhrwerk kommt in die betrachtete schräge Stellung nicht durch ruhiges Hinstellen, sondern es ist im Zustande der Bewegung und oft der raschen Bewegung begriffen. Dadurch aber entsteht eine schwungartige Seitenbewegung, sobald das eine Rad plötzlich tiefer zu stehen kommt als das andere, und hierdurch wird die Gefahr des Umwerfens bei Weitem größer, als jene Rechnung sie ergab. Uebrigens bleibt es richtig, daß niedrige Räder, oder tiefe Lage des Schwerpunktes überhaupt, so wie eine breitere Spurweite, den festen Stand wesentlich erhöhen. Es folgt ferner, wie sehr es gerathen ist, auf schlechten Wegen, wo Schlaglöcher und einzelne Hindernisse vorkommen, langsam zu fahren, da jede rasche Bewegung den Seitenschwung und damit die Möglichkeit des Umwerfens vergrößert. Endlich übersieht man schon jetzt, daß der Wagen in dieser Beziehung in überwiegendem Vortheile gegen den Karren steht.

4. Richtung der Zugstränge.

Ohne an dieser Stelle die Art und Weise zu berücksichtigen, wie die Zugthiere, und namentlich die Pferde, ihre Kräfte äußern, wurde bisher angenommen, daß die bewegende Kraft parallel zur Unterlage gerichtet sein müsse. Die Richtung der Zugstränge ist nun gleichbedeutend mit der Richtung der Kraft, und es entsteht die Frage: was für Aenderungen die eigentlich thätige Kraft erleidet, wenn die Zugstränge die parallele Richtung gegen die Unterlage nicht haben? Der Verlust an Kraft ist wenig bedeutend; allein, wenn der Angriffspunkt der Kraft höher liegt als die Brusthöhe des Pferdes, so wird der Verlust an Kraft unmittelbar dazu verwendet, um das Fuhrwerk noch fester gegen die Erde zu drücken, so daß dann die Pferde ihrer eigenen Thätigkeit entgegen arbeiten. Zudem lehnt sich das gut abgerichtete Thier im Augenblicke des ersten Anziehens, wo der Widerstand der ruhenden Reibung zu überwinden ist, mit der Brust stets etwas über seine Vorderbeine hinaus, wodurch die Brusthöhe geringer wird; waren also die Stränge eigentlich parallel zur Unterlage, so werden sie nun auf eine höchst ungünstige Weise sich etwas senken. Daher legt man den Angriffspunkt der Stränge an der Mittelachse gern um einige Zolle niedriger als die Brusthöhe der Pferde; dadurch sind die Stränge dann im gewöhnlichen Zuge etwas gehoben, was indeß kein Uebelstand ist, und man vermeidet die nach unten geneigte Richtung im Augenblicke des ersten Anziehens.

Digitized by Google

Durch diese Umstände wird wesentlich mit die zweckmäßige Höhe der Räder bestimmt, wie sich demnächst zeigen läßt.

Wenn man es versuchen wollte, eine vollständige mathematische Theorie auf diese höchst verschiedenartigen, einander gegenseitig bedingenden und stets veränderlichen Umstände der wirklichen Bewegung bei Fuhrwerken auf gewöhnlichen Wegen anzuwenden, so würde sich unfehlbar das Resultat ergeben, daß auch bei Zuziehung des höheren Kalküls keine Uebereinstimmung mit der Erfahrung zu erreichen sein kann. Man denke sich nur die unendlichen und stets wechselnden Verschiedenheiten eines gewöhnlichen gepflasterten Weges, wo zahllose kleine Hindernisse nach vorn zu überwinden sind, daneben ein beständiges Abgleiten der Räder zur Seite und damit ein vorübergehendes Andrücken des Rades gegen die Mittelachse oder gegen den Lünz eintritt, so daß die Widerstände fast ununterbrochen wechseln; so wird man sich leicht überzeugen, wie undenkbar es ist, auf solche Thatsachen eine erschöpfende Theorie anzuwenden. Eben so schwierige Beziehungen bieten tief sandige und kothige Wege dar, besonders wenn ein Zusammenschlagen des Erdreichs über die Felgen hinzukömmt, oder wenn man, wie es hier doch erforderlich sein würde, den Widerstand der Adhäsion mit hinzu zu ziehen versuchte.

Die beständige und große Verschiedenheit, welche in allen solchen Verhältnissen Statt findet, zeigt sich am deutlichsten bei Anwendung eines Kraftmessers, um die Zugkräfte in bestimmten Zahlen darzulegen. Selbst auf ganz ebenen und festen Wegen, bei dem vorsichtigsten Fahren, schwanken die beobachteten Zahlenwerthe auf eine kaum glaubliche Weise. Auf Steinpflaster und in tiefen Wegen sind diese Schwankungen so groß, daß nur eine lange fortgesetzte Wiederholung der Beobachtungen dazu führen kann, überhaupt eine Gesetzmäßigkeit in der ganzen Erscheinung zu entdecken. Um so weniger kann es irgend einer Theorie gelingen, auf so unsichere Voraussetzungen Schlüsse zu bauen, welche erfahrungsmäßig bestätigt würden.

Aus allem diesem folgt, daß es für jetzt, und wahrscheinlich für immer, am Gerathensten ist, der rechnenden Theorie eine nur beiläufige Mitwirkung zur Festsetzung der in Rede stehenden Einrichtungen einzuräumen; daß aber eine technisch-physikalische Erwägung bei möglichster Berücksichtigung der natürlichen Eigenschaften der zu verwendenden Stoffe der Weg sein wird, um von den bis jetzt vorgetragenen Sätzen eine erforderliche Anwendung für die wirkliche Anordnung und Ausführung der einzelnen Theile des Gestelles der Fuhrwerke, und demnächst auch ihrer Vereinigung zu einem Ganzen, zu machen. Da, wo eigenthümliche Umstände und Forderungen des Gebrauches vorgeschrieben sind, werden diese dann ihre besondere Erledigung finden.

Ein Gestell bei Fuhrwerken besteht aus der Achse mit ihren beiden Schenkeln, und zwei Rädern; jedes Rad bekanntlich wieder aus der Nabe, den Speichen und den Felgen, welche letzteren vereinigt den Kranz bilden; wozu dann noch die verschiedenen Beschläge kommen.

An der Achse unterscheidet man den mittleren Theil unter dem Namen der Mittelachse, sie hat entweder gleiche Höhe und Breite, oder die Höhe ist größer als die Breite; erstere Einrichtung kommt mehr bei eisernen Achsen vor, letztere bei hölzernen. Die Schenkel sind meistentheils abgekürzt kegelförmig, also vorn am Lünz dünner als an der Mittelachse, und man nennt diesen Unterschied ihre Verjüngung; am hintern Ende stimmt ihr Durchmesser mit der Breite der Mittelachse überein. Wenn der Querschnitt der letzteren kein Quadrat ist, so überragt sie daher mit ihrer Höhe den Durchmesser des Schenkels, und dieser obere Theil heißt der Stoß. Auch bei eisernen Achsen kommt diese Stelle vor, weil zur Verbindung mit den übrigen Theilen die Achse in ein stärkeres hölzernes Achsfutter eingelassen werden muß.

Digitized by Google

Die Schenkel müssen immer so gestellt sein, daß ihre untere Begrenzung mit der untern Fläche der Mittelachse eine einzige gerade Linie bildet und also die vorhandene Verjüngung ganz auf der obern Seite des Schenkels erscheint. Nur bei dieser Anordnung kann das Rad bei dem Drucke, welcher auf ihm liegt, eine ruhige und gleichmäßige Stellung und Bewegung annehmen. Wollte man dagegen den kegelförmigen Schenkel so gegen die Mittelachse stellen, daß die Mittellinie desselben horizontal zu stehen käme, so würde der Schenkel veranlaßt, sich beständig durch die Nabe zurückzuziehen, so daß das Rad fortwährend gegen den Lünz geschoben würde und daselbst die nachtheiligsten Seiten-Reibungen entstehen müßten. Von andern Mängeln, die sich dabei noch zeigen würden, wird weiterhin die Rede sein.

Die Verjüngung der Schenkel soll dazu dienen, um durch den etwas geringern mittleren Durchmesser den Erfolg der Reibung herabzusetzen, und um an der Mittelachse größere Sicherheit gegen das Zerbrechen zu gewähren. Bei sehr starken hölzernen Schenkeln muß man diesen Grund anerkennen, jedoch nicht bei eisernen, wo die Verjüngung viel zu unbedeutend ist, um irgend wesentlich einzuwirken. Nicht allein von dem rein mechanischen Standpunkte würden zylindrische Schenkel wegen des gleichmäßigeren Ganges den Vorzug verdienen, sondern auch weil sie durch metallene Ringe, die an die Mittelachse hinter das Rad, oder zwischen dem Rade und Lünz auf den Schenkel gesteckt werden, eine Veränderung der Spurweite zulassen, die man bei kegelförmigen Schenkeln nicht erreichen kann, ohne einen unsicheren, schlotterigen Gang des Rades herbeizuführen. Für manche Fuhrwerke aber, die nicht bloß auf Kunststraßen gehen, ist eine solche Anschließung an die abweichenden Spurweiten in verschiedenen Provinzen eine wichtige Sache.

Die Länge der Schenkel hängt übrigens mit anderen Einrichtungen des Rades so genau zusammen, daß davon erst später gesprochen werden kann; sie beträgt von 14 bis 24 Zoll.

Die wirklichen Abmessungen von Achse und Schenkel sind natürlich durch das Material bedingt, woraus sie verfertigt werden. Zu hölzernen Achsen wird vorzugsweise Eichenholz genommen und nach Maßgabe der Belastungen, wofür das Fuhrwerk bestimmt ist, macht man die Mittelachse 3 bis 5 Zoll breit und 5 bis 7 Zoll hoch; eiserne Achsen sind bedeutend dünner und verhältnißmäßig eben so breit wie hoch, im Allgemeinen wohl 2 bis 4 Zoll. Es ist schon erwähnt, daß der hintere Durchmesser des Schenkels mit der Breite der Mittelachse übereinstimmt und bei gewöhnlicher Verjüngung ist der vordere Durchmesser etwa halb so groß. Am vordern Theile des Schenkels befindet sich das Lünzloch oder sonst diejenige Vorrichtung, wodurch das Rad auf dem Schenkel festgehalten wird.

Eine hölzerne Achse muß immer stark und sorgfältig mit Eisen beschlagen werden. Dazu gehört das untere Achseisen oder Achsblech, welches den Schenkel bis zur Hälfte seines Umfanges und oft noch mehr umschließt, und dann, in eine Stange ausgehend, unter die Mittelachse tritt, ja selbst bei großen Lasten ganz unter dieser hergeht, so daß der Beschlag für beide Schenkel aus einem einzigen Stücke besteht. Die Befestigung geschieht durch Nägel, Schrauben und Bänder. Sodann ist noch ein oberes Schenkelblech nöthig, welches mit einem Bande das Lünzloch umschließt und einfaßt; an der Mittelachse befindet sich das Stoßeisen, welches oft pyramidalisch etwas vorspringt. Diese sämmtlichen Beschläge werden häufig verstahlt, oder doch stark gehärtet.

Die eiserne Mittelachse wird durch Bänder in einem hölzernen Futter befestigt, um sie dauerhafter mit dem Gestelle verbinden zu können. Eiserne Schenkel werden mitunter verstahlt, oder es wird ihnen — so gut es gehen will — eine Stahlplatte angeschweißt. Eine eigenthümliche und sehr vorzügliche Einrichtung besteht bei den Fuhrwerken der englischen Armee. Die Schenkel sind von Eisen und endigen in eine starke eiserne Stange, welche unter der hölzernen Mittelachse entweder ganz

Digitized by Google

hergeht, oder die Stangen stoßen von beiden Seiten unter der Mitte vor einander und werden durch starke Schrauben und Bänder befestigt. Durch eine großartige und strenge Prüfung in den spanischen Feldzügen hat sich diese Einrichtung, die von belgischen Frachtkarren entlehnt ist, als vortrefflich bewährt, indem die mechanischen Beziehungen wie bei ganz eisernen Achsen sich ergeben, und doch die Wiederherstellung einer zerbrochenen Achse eben so leicht und noch leichter, als bei hölzernen geschehen kann.

Zur Vergleichung der hölzernen und eisernen Achsen wird man folgende Verhältnisse zu berücksichtigen haben:

a) Das geringere Reibungsmoment, welches der dünnere eiserne Schenkel zeigt, ist jedenfalls ein nur zweifelhafter Vorzug, indem Beweglichkeit vorwärts und Beweglichkeit rückwärts in gewissem Sinne dasselbe ist und einander entgegen treten kann. Wenn daher auf ganz ebenem festem Boden der eiserne Schenkel einen bestimmten Vorzug in den Zahlenwerthen der Zugkraft ergibt, so ändert sich dies sofort auf unebenem oder in tiefem Boden.

b) Ebenfalls zeigen dünne eiserne Schenkel bei geringen oder mittleren Belastungen vergleichungsweise oft große Vorzüge, welche gänzlich verschwinden, sobald die Lasten bedeutend steigen. Diese wichtige Thatsache entsteht daher, daß die dünne und mehr elastische eiserne Achse für große Belastungen eine Biegung annimmt, welches die hölzerne an sich und wegen ihrer Beschläge nicht thun kann.

Sobald aber die geometrische Mittellinie einer drehenden Bewegung mit der physikalischen Achse derselben nicht mehr zusammenfällt, zeigen sich Klemmungen, wobei an einzelnen Stellen heftige Pressungen und vergrößerte Hebelarme für die Reibung zu Stande kommen.

c) Die hölzerne Achse hat wegen ihrer Beschläge und wegen der Art, wie diese angelegt werden müssen, selten eine vollkommen regelmäßige Form, und dieser Umstand ist, zumal bei stark verjüngten Schenkeln, ein wichtiger Nachtheil.

d) Es läßt sich die eiserne Achse bei der Uebernahme besser prüfen, aber sie ist auch schwieriger wieder herzustellen, wenn sie zerbrochen ist. Gerade in dieser Hinsicht erfüllt die vorhin erwähnte englische Einrichtung möglichst viele Bedingungen.

e) Bei strenger Kälte brechen die eisernen Achsen ungewöhnlich leicht; man schützt sie dagegen, wenn man vor dem Gebrauche mit einem schweren Hammer oder einer Art gegen die vordere Fläche des Schenkels einige kräftige Schläge führt.

f) Der wichtigste Vorzug der eisernen Achsen ist ihre ungleich größere Dauer. Es ist sehr wohl möglich, und die Erfahrung bestätigt es auf das Bestimmteste, daß eine gute hölzerne Achse im neuen Zustande völlig so stark sein kann, wie eine eiserne. Allein nach wenigen Jahren, sowohl des Gebrauches, als des Nichtgebrauches, wird eine neue Probe ergeben, daß sich schon merkbare Unterschiede zeigen; und wenn beide Einrichtungen — wie es doch oft gefordert wird — 20 bis 30 Jahre in Vorrath gehalten werden müssen, so ist nach dieser Zeit die eiserne Achse noch eben so dienstüchtig wie vorher, während die hölzerne durch die unabänderlichen Einwirkungen der Luft und sonstiger organischer Zersetzungen kaum noch brauchbar sein wird. Bei Fuhrwerken, welche sofort in steten Gebrauch genommen werden sollen, ist also dieser Umstand von geringerem Gewichte, allein ein anderer nachtheiliger Einfluß, der gleich erwähnt werden soll, findet dennoch auch dann Statt.

g) Es bedarf nämlich der eiserne Schenkel überhaupt etwa nur den dritten Theil der Schmiere, welche ein hölzerner verlangt, theils weil letzterer an sich einen größeren Umfang hat, und dann um nachtheilige Erhitzungen beim schnellen Fahren und Selbstentzündungen zu verhüten. Nun aber dringt diese Schmiere unabwendlich in das Holz selbst ein, und dadurch wird der Schenkel allmälig und früher zerstört, als es außerdem geschehen würde. Auch hiervon abgesehen ist der viel geringere Bedarf

Digitized by Google

an Schmiere und die größere Unabhängigkeit von dieſem Stoffe ein recht weſentlicher Vortheil der eiſernen Schenkel.

Als Reſultat aller dieſer Bemerkungen kann es nicht zweifelhaft ſein, daß im Allgemeinen eiſerne Schenkel, ungeachtet der größeren Koſten, ſtets vorzuziehen ſind, unbedingt aber dann, wenn die Fuhrwerke längere Zeit unbenutzt hingeſtellt, oder in Vorrath verfertigt werden, wie es z. B. mit dem größten Theile militäriſcher Fuhrwerke der Fall iſt.

An der Nabe des Rades unterſcheidet man: den mittleren und dickern zylindriſchen Theil, in welchen die Speichen eingelaſſen ſind, er heißt der Buſch oder Haufen, dann den abgekürzt kegelförmigen Theil der an die Mittelachſe trifft und hier Stoß genannt wird; endlich den vordern längern Theil, welcher die Röhre heißt.

Die Länge der Nabe iſt geradezu von der Belaſtung nicht abhängig, wenn ſie nur ſo lang iſt, daß die Richtung des Druckes in ihr völlig unterſtützt wird. Aus wichtigen Gründen haben die Speichen keine ſenkrechte Stellung, ſondern ſind gegen außen geneigt, und deshalb muß die Nabe eine ſolche Länge bekommen, daß der Perpendikel von dem obern Theile des Rades auch bei Seitenbewegungen noch ſtets durch ſie hindurch geht. Eine größere Länge iſt überflüſſig, und obgleich die Schmiere dadurch mehr erhalten wird, ſo iſt ſie doch unbequem und ſtörend wegen des Gegeneinanderfahrens mit andern Fuhrwerken, oder in engen Wegen. Dann macht man die Nabe wohl 2½ bis 3 Zoll kürzer als den Schenkel, um die Stoßſcheiben zur Veränderung der Spurweite anbringen zu können; ähnliche Scheiben auch ohne Berückſichtigung dieſes Zweckes ſind überhaupt zur Verminderung der Seiten-Reibungen ſehr angemeſſen. Die Länge der Nabe wird etwa zwiſchen 13 und 24 Zoll betragen. Die Dicke im Haufen oder Buſch muß eine genügende Befeſtigung der Speichen an dieſer Stelle zulaſſen, und daher verlangen hohe Räder oder große Belaſtungen — weil bei ihnen die Kräfte zum Losbiegen der Speichen größer ſind — ſtärkere Naben. Im Allgemeinen verdienen kurze und dicke Naben den Vorzug, und eine Stärke derſelben von 12 bis 14 Zoll wäre in vielen Fällen weit praktiſcher als die langen und dünnen Naben, die ſo häufig vorkommen. Um die Nabe werden gewöhlich eiſerne Bänder gelegt, eins vorn an der Röhre und eins hinten am Stoß, und häufig auch noch an der vordern und hintern Seite des Haufens.

Wichtiger als jene Bänder iſt die Art, wie die Bohrung dieſes Theiles durch einen Beſchlag ausgefüttert und geſichert iſt. Man nennt ihn die Büchſe, und er beſteht entweder nur aus zwei breiten Ringen, die vorn und hinten in die Bohrung eingelaſſen werden, oder beſſer läßt man die Büchſe in Form einer Röhre ganz durchgehen. Dann hat ſie in der Gegend der Mitte eine geringe Erweiterung (die ſogenannte Kammer), um die Schmiere beſſer zu halten. Stets muß die Subſtanz der Büchſe weicher ſein als der Schenkel oder deſſen Beſchlag, damit bei den unvermeidlichen Abnutzungen der Schenkel ſo viel wie möglich geſchont werde, indem Ausſchleifungen der Büchſe an ſich weniger nachtheilig ſind, und auch leichter verbeſſert werden können, als Beſchädigungen des Schenkels. Bei hölzernen Schenkeln mit gehärteten oder ſtählernen Achseiſen kann man zu der Büchſe Schmiedeeiſen nehmen, bei eiſernen Schenkeln wählt man dazu Meſſing oder Bronze.

Bei neuen Rädern ſoll zwiſchen der Oeffnung der Büchſe und der Dicke des Schenkels kein merkbarer Unterſchied Statt finden, oder das Rad ſoll ohne Spielraum auf dem Schenkel ſtecken. Nach einiger Zeit des Gebrauches tritt ein ſolcher Spielraum unvermeidlich ein, und er trägt ſpäterhin beſonders zum Ruin der Fuhrwerke bei, weil derſelbe den Druck, den Achſe und Rad eigentlich erleiden ſollten, in ſtoßartige Bewegungen verwandelt, und dadurch die ergriffenen Theile ungleich mehr zu leiden haben.

Digitized by Google

Der nächste wichtige Bestandtheil des Rades sind die Speichen; bei gewöhnlichen Rädern sind deren 12, bei ganz hohen wohl 16 Stück. An der Speiche unterscheidet man das Blatt, welches in die Nabe eingelassen wird, das Mittelstück und den Zapfen, der in die Felgen tritt. Das Blatt ist entweder vierkantig pyramidalisch geformt, oder schwalbenschwanzförmig.

Die Oeffnungen im Busch heißen Stemmungen, sie gehen ganz hindurch, und zum Einlassen der Speichen wird die Nabe mitunter in einer Lauge mehrere Stunden lang gekocht, in diesem erweichten Zustande kann selbst ein stärkeres Blatt eingetrieben werden. Die Befestigung in der Felge geschieht durch den Zapfen, in welchen nach dem Einsetzen ein Spalt gehauen wird, um einen Keil von weichem Holze nachzuschlagen. Das Mittelstück ist in der Regel nicht völlig rund gebildet, sondern mit einem länglich runden Querschnitte, dessen größerer Durchmesser die Stellung nach der Breite des Fuhrwerkes bekommt. Man wählt diese Form, weil die zerbrechenden Gewalten durch die Seitenbewegungen meistens nach der Richtung der Breite wirken, und also der Widerstand dann größer ist als bei kreisförmigem Querschnitte. Das Mittelstück ist ferner häufig nicht ganz gerade, sondern so geformt, daß das äußere Ende etwas nach einwärts gebogen ist, damit diejenigen Speichen, welche eben unten stehen, mehr in ihrer eigenen Richtung in Anspruch genommen werden. Alsdann ist der Widerstand ihrer rückwirkenden Festigkeit weit größer, als derjenige gegen das Zerbrechen, wenn der etwas vor der senkrechten Stellung sich befindende Körper völlig gerade geformt wäre. Bisweilen werden die Speichen, einzeln abwechselnd, im Busch um etwa einen Zoll weiter vorwärts oder rückwärts eingelassen, welches man die Versetzung derselben nennt.

Endlich stehen mitunter je zwei Speichen einander etwas näher als den ihnen benachbarten, welches mit dem Namen gekuppelte Speichen bezeichnet wird. Man thut dies, um da, wo zwei Felgen zusammentreffen, die Speichen dieser Fuge näher zu bringen und so eine festere Verbindung zu erhalten.

Am wichtigsten für die Konstruktion des Rades ist nun die Abweichung der Speichen von der senkrechten Stellung gegen Achse und Nabe. Man setzt sie nämlich so ein, daß — wie schon angeführt ist — sie sich vor der senkrechten Richtung befinden, und nennt diese Abweichung die Stürzung oder den Sturz derselben. Sie beträgt auf jeden Fuß des Halbmessers 1 bis 1½ Zoll, und wird bei lange gebrauchten Rädern allmälig schwächer. Diese Stürzung, wodurch also das Rad nicht mehr eine scheibenförmige, sondern im Allgemeinen eine kegelförmige Gestalt annimmt, hat wesentliche Vortheile gegen eine senkrechte Stellung. Ein Rad von dieser Form, auf einen verjüngten Schenkel von der auf S. 775 bestimmten Einrichtung gesteckt, stellt sich nothwendig so, daß die untern Speichen fast senkrecht stehen, also im Sinne ihrer rückwirkenden Festigkeit angegriffen werden, und ein Einbiegen der Speichen nach der Breite des Fuhrwerks könnte nicht anders eintreten, als wenn gleichzeitig der Kranz des Rades aus einander gerissen wird. Nun ist aber dieser Kranz jetzt von einem geringern Umfange als er es bei der nämlichen Länge der Speichen in senkrechter Stellung sein würde, und mithin widersteht aus diesen beiden Gründen die ganze Vorrichtung weit sicherer, als es ohne Stürzung möglich wäre. Räder, die mit starken Belastungen auf unebenen Bahnen gebraucht werden sollen, sind ohne Stürzung völlig untauglich, weil die stoßartigen Kräfte, welche seitwärts gegen die Speichen wirken, ein Einbiegen und Losbrechen derselben sehr bald zur Folge haben müßten. Außerdem bewirkt die Stürzung, daß der obere Theil des Rades weiter auswärts zu stehen kommt, wodurch der Raum zwischen den Rädern auf eine oft wichtige Weise erweitert wird. Um bei Kutsch- und Reisewagen, zumal von geringer Spurweite oder bei meist zylindrischen

Digitized by Google

Schenkeln, diese Annehmlichkeit noch mehr herbeizuführen, pflegt man sogar die untere Seite des Schenkels nicht in horizontaler Stellung zu belassen, sondern man biegt sie etwas abwärts, wodurch die unteren Theile der Räder auf dem Boden einander näher gebracht und die oberen Theile zur Aufnahme des Kutschkastens noch weiter von einander entfernt werden; dadurch wird jedoch der gleichmäßige Gang des Rades gestört.

Eine zu große Stürzung hat den Nachtheil, daß die Nabe länger werden muß, und daß die zu schräg gestellten Speichen in tiefem Boden seitwärts gescheuert werden und die Geleise aufreißen.

Es ergibt sich hieraus noch schließlich, daß Stellung des Schenkels gegen die Mittelachse, Länge der Nabe und Stürzung, Anordnungen sind, die einander gegenseitig bedingen.

Der Kranz des Rades besteht bekanntlich aus den hölzernen Felgen, deren Anzahl gewöhnlich sechs beträgt, welche unter einander verzapft sind, ihre eigentliche sichere Verbindung aber erst durch die Speichen und den Beschlag erhalten. Die Höhe der Felgen in der Richtung des Halbmessers beträgt etwa 3 bis 4 Zoll, und sie braucht bei höhern Rädern nicht gerade größer zu sein, weil sie nur dazu dient, dem Eintreten der Speichen eine hinlängliche Haltbarkeit zu gewähren. Läßt man den Kranz aus mehr als sechs Felgen bestehen, so wird jedes einzelne Stück zwar günstiger gewachsen sein und weniger überspänige Stellen besitzen, allein die dauerhafte Verbindung ist alsdann auch schwieriger zu bewerkstelligen. Man hat in neuern Zeiten angefangen, den Kranz aus einem einzigen Holzstücke, welches in einem Dampfapparate dazu vorbereitet wird, durch eine passende Maschine zusammen zu biegen; und es scheint, daß dies Verfahren, umsichtig ausgeführt, mancherlei Vorzüge gewährt.

Für alle Fuhrwerke, noch mehr aber für die von ihnen befahrenen Wege, ist die Breite der Felgen ein höchst wichtiger Gegenstand. Die breitere Felge vertheilt natürlich den Druck der Belastung auf eine größere Fläche des Erdbodens, und wirkt daher weniger einschneidend und weniger ungünstig für die Bahn. Dies gilt auch noch von eigentlichen Kunststraßen, die bei manchen Witterungs-Verhältnissen einem ähnlichen Verderben ausgesetzt sind. Auf unebenen oder auf gepflasterten Straßen deckt die breite Felge die Unebenheit mehr zu, verhindert daher in Etwas das beständige Hin- und Herschleudern des Fuhrwerkes, wodurch dieses selbst und die fortzuschaffenden Gegenstände wesentlich geschont werden. Je mehr nun der Staat für gute Kunststraßen sorgt, desto größer, ja selbst ganz unverhältnißmäßig, werden die Lasten, die der Fuhrmann auf jedes Pferd ladet, und um so sorgfältiger sollten die verderblichen schmalen Felgen verdrängt werden. Eine geringere Breite als 4 Zoll (wie sie noch so häufig an Frachtkarren vorkommt) sollte gänzlich von den Kunststraßen ausgeschlossen sein, und es sollte durch Herabsetzung des Weggeldes bei zunehmender Breite die Einführung dieser letztern auch für Landfuhrwerke befördert werden. Außerdem wird der Beschlag des Rades bei breiterem Kranze weit mehr geschont als bei schmalem; endlich ist auch eine nicht ganz unerhebliche Verminderung der Zugkraft die Folge des gleichmäßigern Ganges der breitfelgigen Fuhrwerke.

Gegen die breiten Felgen hat man das größere Gewicht der Räder angeführt; allein dieser Einwurf zerfällt in sich selbst. Als Nachtheil ist wohl zu nennen, daß auf Land- und Feldwegen bis jetzt die breiten Felgen nicht Spur halten, und daß auf stark gewölbten Kunststraßen ein damit versehener Wagen bei glatter Bahn im Winter mit dem Hintergestell leicht seitwärts abgeleitet, welches allerdings für die Pferde eine ziemliche Belästigung ist, oder wenigstens zur Vermeidung einen aufmerksamen Fuhrmann fordert. Da man aber aus andern Gründen von den frühern starken Wölbungen der Straßen mehr zurückkommt, so wird auch dieser letzte Einwurf wenig Bedeutung behalten.

Digitized by Google

Es würde wegen aller dieser Verhältnisse eine gesetzliche Vorschrift, welche für eigentliche Frachtfuhrwerke die Breite der Felgen auf 12 Zoll ansetzte, in jeder Hinsicht gerecht und lobenswerth sein.

Der eiserne Beschlag des Rades besteht entweder aus einem Reif (bei breiten Felgen aus zwei neben einander liegenden) oder aus einzelnen Eisenstücken, welche Schienen genannt werden. In beiden Fällen geschieht die Befestigung auf den Felgen durch Nägel oder Schraubenbolzen, deren Köpfe versenkt sein müssen. Der zusammenhängende Reif gibt — bei sonst richtiger Arbeit — dem Rade unfehlbar mehr Festigkeit, und besonders erhält er sicherer die so höchst wichtige völlig runde Gestalt des Rades; mit Schienen beschlägt man meist nur solche Räder, die gewaltsamen Beschädigungen ausgesetzt sind, wie z. B. bei manchen Militär-Fuhrwerken, weil sie hierbei eine einfachere Ausbesserung zulassen als der Reif. Die Schienen müssen so gelegt werden, daß sie auf der Mitte einer Felge zusammentreffen, damit die Fugen zwischen den Felgen desto mehr verdeckt und geschützt werden.

Geleitet durch die eisernen Räder der auf den Eisenbahnen gehenden Wagen hat man neuerdings versucht, die Räder auch anderer Fuhrwerke ganz von Eisen zu verfertigen. Abgesehen von den größern Kosten leidet es keinen Zweifel, daß eiserne Naben und Speichen sehr vorzüglich sein würden. Der Kranz von Schmiedeeisen ist jedoch zu nachgebend, gestattet fortwährende Aenderungen in der Gestalt des Rades, und von Gußeisen würde er für gewöhnliche Wege wohl zerbrechlicher sein, als gute hölzerne Felgen mit tüchtigem Beschlage.

Unter Spurweite versteht man bekanntlich den Abstand, den die Räder auf dem Boden stehend von einander haben, und zwar ist man nicht allgemein darüber einverstanden, ob es der innere Abstand oder der von Mitte zu Mitte sein soll. Wenn man von der verschiedenen Breite der Felgen unabhängig bleiben will, so ist es am besten den innern Abstand zu nehmen, obgleich meistens der von Mitte zu Mitte gerechnet wird. Die Weite der Spur liegt in Deutschland so ziemlich allgemein zwischen $4\frac{1}{4}$ und 5 Fuß, und die aus dieser verdrießlichen Verschiedenheit entspringenden Uebelstände in der Weite der Geleise auf Feldwegen und dergleichen sind leider hinlänglich bekannt.

Eine weite Spur hat große Vorzüge vor einer engen. Sie gestattet höhere Räder, ohne daß das Fuhrwerk an festem Stande verliert, und bei gleicher Höhe wird die Stabilität größer; sie gewährt einen breitern Raum für die Bepackung, so daß der Schwerpunkt derselben niedriger zu liegen kommt, welches von Neuem den festen Stand erhöht. Aus den S. 773 angegebenen Gründen findet zwischen der Spurweite und der Höhe der Räder ein sich gegenseitig bedingendes Verhältniß Statt, indem die Einführung höherer Räder nothwendig eine weitere Spur fordert, wenn nicht die Stabilität bedeutend gefährdet werden soll. Eine ungewöhnlich weite Spur kann nur in Gebirgspässen, wo regelmäßig Fuhrwerke mit enger Spur gehen, ein großes und vielleicht nicht zu besiegendes Hinderniß abgeben; in allen übrigen Fällen, namentlich auf Kunststraßen, wo die landesübliche Spurweite wenig in Betracht kommt, gewährt sie einleuchtende Vorzüge. Bereits S. 775 ist gesagt, wie man bei zylindrischen oder wenig verjüngten Schenkeln durch aufgesteckte Ringe die Weite der Spur ändern konne, und wenn eine solche Anschließung auch nur die Gränzen von 2 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll beträgt, so ist das unter Umständen schon ein wichtiger Gewinn.

In Beziehung auf die Höhe der Räder ist früher (S. 770) angeführt, daß das höhere Rad für die Zugkraft einen größern Erfolg, d. h. einen leichtern Gang herbeiführt. Hier ist noch zu bemerken, daß ein hohes Rad Unebenheiten, Vertiefungen, Gräben u. dgl. mehr zudeckt, Hindernisse leichter überwindet (S. 772), und, weil es weniger keilartig wirkt, auch in tiefem und sandigem Boden weniger einschneidet als ein niedriges, und dieß sind in jeder Hinsicht wichtige Vorzüge. Höhere

Digitized by Google

Räder machen beim Zurücklegen desſelben Weges eine geringere Anzahl von Umläufen, ſie rumiren alſo die Beſchläge weniger, erhitzen ſich nicht ſo ſtark wie niedrigere, verbrauchen weniger Schmiere, endlich werden Achſe und Schenkel in tiefen Wegen nicht ſo leicht beſchmutzt u. dgl.

Der einzige Einwurf von Belang gegen die höhern Räder iſt in der That ihr leichteres Umwerfen; man wirft ihm aber durch eine entſprechende Spurweite und zweckmäßige Bepackung entgegen; daß ſie etwas zerbrechlicher ſein mögen, iſt allerdings richtig, jedoch wird dieſer Unterſchied in den gewöhnlichen Gränzen wenig bedeuten. Wenn der Halbmeſſer des Rades die Bruſthöhe der Pferde überſteigt, ſo läßt man ſehr zweckmäßig die Zugſtränge unter der Deichſel angreifen. Obgleich nun die Beſchaffenheit ganzer Landſtrecken, ſo wie der Größe des Mittelſchlages der zu verwendenden Pferde für dieſe wie für manche Einrichtung an Fuhrwerken mitſprechen, ſo leidet es doch keinen Zweifel, daß für Deutſchland und einen großen Theil des mittleren Europas überhaupt eine Höhe der Räder von 5 Fuß keineswegs zu bedeutend iſt, wobei nur berückſichtigt werden muß, daß aus Gründen, die ſich bei der Zuſammenſetzung des Geſtelles ergeben werden, die Vorderräder in der Regel etwas niedriger als die Hinterräder ſein müſſen.

Man kann noch hinzufügen, wie bei Rädern mit breiten Felgen eine vermehrte Höhe in der einen Beziehung nachtheiliger einwirkt, daß das größere Gewicht derſelben beim Aufwärtsfahren (S. 771) einen merkbaren Einfluß äußern wird, weil in dieſem Falle jedes geſteigerte Gewicht eine nicht unerhebliche Vermehrung der Zugkräfte erfordert.

Zum Schluſſe dieſer einzelnen Betrachtungen muß noch eine kurze Erwähnung der Methoden folgen, wie man das Rad auf dem Schenkel befeſtigt.

Die einfachſte Vorrichtung dieſer Art iſt der Vorſtecker oder Lünz, ohne andere künſtliche Mittel als allenfalls einen kleinen Riemen, der durch ein Oehr in dem untern Theile desſelben gezogen wird, um das Herausfliegen aus dem Lünzloche doch einigermaßen zu verhüten.

Nun folgt der Lünz oder Splint, welcher unten mit einer abſtehenden Feder verſehen iſt, ohne deren Zerbrechen das Abfliegen nicht möglich iſt, allein bei raſchem Fahren auf hartem unebenem Boden zerbricht dieſe Feder auch ziemlich leicht. Von dieſer Art Einrichtungen des Lünzes gibt es übrigens eine Menge Abarten, theils mit, theils ohne Federn; ihre Anführung hat keine beſondere Wichtigkeit. Sodann hat man dem Schenkel an ſeinem vordern Ende einen Schraubengang gegeben, auf welchen eine Mutter feſt aufgeſchraubt wird, und vor dieſer pflegt man noch einen kleinen Lünz anzubringen. Wäre dieſe Schraube an der linken Seite des Fuhrwerkes eine ſolche mit rechtem Gewinde, eine rechts eingeſchnittene, ſo würde durch den Druck und die Seiten-Reibung der Vorderfläche der Nabe gegen die aufgeſchraubte Mutter dieſe nothwendig und ſehr bald gelöſt werden. Man ſchneidet daher an der genannten Seite die Schraubengewinde links ein, wodurch die bezeichnete Reibung die Löſung derſelben nicht bewirken kann.

Eine ſinnreiche und wichtige Verbeſſerung aller dieſer Bemühungen bieten endlich die ſogenannten Patentbüchſen dar; und ſie haben die Aufgabe völlig aufgelöſt. Der Schenkel iſt um etwas kürzer als gewöhnlich, und würde durch die Nabe nicht völlig hindurch treten; an der Stelle desſelben, wo der Stoß der Nabe anfängt (alſo ungefähr auf $^3/_4$ ſeiner Länge von vorn), iſt er mit einer zylindriſchen oder linſenförmigen Verſtärkung verſehen, welche etwa 2 bis 3 Zoll mehr im Durchmeſſer hat als der Schenkel an dieſer Stelle, und dieſe wulſtartige Verſtärkung mag eine Dicke von beiläufig 1 bis $1^1/_2$ Zoll haben. Die Nabe beſteht aus zwei Theilen, nämlich dem Stoße für ſich und dem Haufen oder Buſch mit der Röhre für ſich.

Digitized by Google

Der Stoß kann gleich bei der Zusammensetzung des Gestelles auf die Achse gebracht werden; jene zylindrische Verstärkung des Schenkels wird von einer entsprechenden Erweiterung der Büchse aufgenommen, welche sich am hintern Ende des Haufens befindet. Vorn ist die Nabe durch eine starke Metallplatte geschlossen. Sind nun beide Theile der Nabe auf den Schenkel geschoben, so stoßen sie hinter jener Verstärkung gegen einander, und der Stoß bildet den Stützpunkt für die Verstärkung des Schenkels nach hinten; er kann daher einfacher in Form einer starken Platte gebildet sein. Zur Vereinigung beider Theile gehen nun drei Schraubenbolzen von hinten nach vorn der Länge nach durch die Nabe und werden vor der vordern Metallplatte durch aufgeschraubte Muttern gehalten. Man erkennt leicht, daß das Ablaufen eines so befestigten Rades ohne gänzliches Zerbrechen der Nabe unmöglich ist, und die Beweglichkeit bleibt eben so frei wie vorhin, ja der Gang wird eigentlich noch gleichmäßiger als sonst ausfallen. Da außerdem die Nabe ganz geschlossen ist, so wird ein Ablaufen der Schmiere verhindert, und man bedient sich nun mit vielem Erfolge dazu des Oeles; die Büchse hat eine etwas größere Kammer, als gewöhnlich, zwischen den Stemmungen zweier Speichen führt ein Loch, welches durch eine Schraube geschlossen werden kann, in die Kammer, und durch dieses gießt man das Oel ein. Der Verbrauch und die Kosten sind ungleich geringer als bei jeder andern Art zu schmieren, da die Erneuerung begreiflicherweise weit seltener nöthig wird. Weil diese Patentenbüchsen indessen den Preis eines Fuhrwerkes ziemlich beträchtlich erhöhen, so werden sie für jetzt nur bei überhaupt kostbaren Einrichtungen angewendet.

Auf dem gewöhnlichen Lünz, so wie an den Enden der Mittelachse bringt man gebogene starke Metallplatten zum Schutze des Schenkels gegen den vom obern Theile des Rades herabfallenden Schmutz an; besser noch umgibt man zu eben diesem Zwecke die Nabe, sowohl vor der Röhre wie hinter dem Stoß, mit einem ganz umhergehenden metallenen Ringe von einigen Zollen breit, man nennt ihn die Kappe der Nabe.

Nachdem im Vorstehenden die ersten Gründe für die Einrichtung aller Fuhrwerke und ihrer allgemeinen Verhältnisse dargelegt waren, folgte eine Beschreibung der einzelnen Theile des Gestelles; und es ist nun die Verbindung dieser Theile zu dem Fuhrwerke selbst näher zu betrachten.

Dabei wird vorzugsweise der gewöhnliche und wichtigste Zweck zum Transporte größerer Lasten hier berücksichtigt.

Man unterscheidet zunächst an jedem Fuhrwerke das Untergestell oder den Unterwagen und das Obergestell oder den Oberwagen. Von Wichtigkeit ist vorzüglich nur die Kenntniß des Untergestells, weil dieses die Leistungen des Fuhrwerkes hauptsächlich bedingt; der Oberwagen ist einer allgemein zu bestimmenden Einrichtung gar nicht fähig, indem die verschiedenen Zwecke bald diese, bald jene Anordnung erfordern, welche häufig selbst auf dem nämlichen Untergestell ausgeführt werden kann.

Das Gestell eines Karrens ist höchst einfach; die Achse mit ihren beiden Rädern wird in zwei Trag- oder Schwungbäume eingelassen, und durch Achsbügel, Bänder und Bolzen damit in feste Verbindung gesetzt. Diese Tragbäume bilden mit ihrem hintern Theile den obern Raum für die Bepackung und sind durch Querhölzer verbunden; ihre vordern Theile kommen näher zusammen und geben die Gabeldeichsel, Kluftdeichsel oder Scheere zum Einspannen eines Pferdes ab. Sind mehrere Pferde nöthig, so müssen sie daher einzeln vor einander gespannt werden, und diese Anordnung, so wie besonders die Lage des Pferdes in der Gabel ist für schnelle Bewegungen sehr hinderlich. Denn es leuchtet ein, daß dieses Pferd nicht allein den Theil der Last tragen muß, der die Bäume nach vorwärts niederdrückt, sondern beim raschen Fahren wird das Thier, besonders auf unebenem Boden, durch das Hin-

Digitized by Google

und Herschlagen der Tragbäume auf eine gewaltsame Weise angestrengt und gequält.

Die Bepackung des Karrens sollte eigentlich so geschehen, daß der Schwerpunkt der Last genau über die Achse zu liegen käme, alsdann würde keine nach vorn niederdrückende Gewalt auf die Bäume wirken und das Gabelpferd hätte in dieser Hinsicht nichts zu leiden. Allein bei einer solchen Bepackung würde beim Aufwärtsfahren die Senkrechte aus dem Schwerpunkte hinter die Achse fallen, dadurch eine Drehung des Gestelles nach oben entstehen, und das Pferd in der Gabel wäre wohl kaum immer im Stande, diesen Gewalten Widerstand zu leisten. Man muß daher von Haus aus die Belastung so packen, daß ihr Schwerpunkt *vor* die Achse zu liegen kommt, dadurch ist die eben angeführte Drehung, die man nicht gestatten darf, zu vermeiden; aber es wird nun auch dem Pferde für den gewöhnlichen Zug auf ebenem Boden stets ein Theil der Last zum Tragen aufgebürdet.

Wie übrigens die Lage des Schwerpunktes in dieser Hinsicht regulirt werden soll, hängt von der Beschaffenheit der Wege ab, die man der Wahrscheinlichkeit nach passiren muß, und Gebirgsgegenden erfordern deshalb andere Maßregeln als ein im Allgemeinen flaches Land.

Ein besonders ungünstiges Verhältniß tritt für den Karren dann ein, wenn derselbe — wie z. B. bei dem Durchschreiten von Gräben oder Vertiefungen — eine Drehung der Last bewirken muß; das Gabelpferd befindet sich bereits auf der neuen Richtung des Zuges, der Karren aber noch nicht, und es ist klar, wie schwierig dieser Uebergang werden kann.

Endlich bietet das Karrengestell im Allgemeinen weniger Raum dar, als das Wagengestell; bei Belastungen mancher Art, die viel Platz erfordern, rückt daher der Schwerpunkt höher; hierdurch und durch den Umstand, daß die Last nur auf *einem* Gestelle liegt, ist der feste Stand des Karrens ungleich geringer, als der eines Wagens unter sonst gleichen Verhältnissen. Andere Vergleichungs-Momente werden sich späterhin ergeben.

Das Untergestell eines *Wagens* besteht aus dem *Hintergestell*, dem *Vordergestell* und der *Deichsel*.

Zum Hintergestell gehört die Achse mit den beiden Rädern; auf der Mittelachse wird noch eine 3 bis 4 Zoll hohe Verstärkung angebracht, unter dem Namen des *Achsschemels*, und mit ihr durch Bänder vereinigt. Von ihm geht der *Langbaum* mit seinen beiden Streben oder Armen aus, und dient zur Verbindung des Hintergestells mit dem Vordergestell; er gibt die Lenkung für das Hintergestell gerade so ab, wie die Deichsel dies für das Vordergestell thut.

Das Vordergestell besteht wieder aus der Achse mit den Rädern und einem Achsschemel auf der Mittelachse; durch letzteren gehen die beiden Deichselarme hindurch, welche vor der Achse die *Deichselscheere* zur Aufnahme der Deichsel bilden; hinter der Achse gehen sie beinahe bis zur Länge der Mittelachse auseinander, und sind an ihrem Ende — auf etwa 3 Fuß Abstand von der Achse — durch einen Querarm, *Reibscheit* oder *Lenkscheit*, verbunden. Eben weil von der Hinterachse der Langbaum, und von der Vorderachse die Deichselarme ausgehen, muß Beiden jene angebrachte Verstärkung gegeben werden, um die Achse selbst nicht zu schwächen.

Der Langbaum des Hintergestelles geht über das Reibscheit weg, und tritt sodann in eine vierkantige weite Oeffnung in dem Vorder-Achsschemel, wo er durch den von oben durchgehenden *Spann-Nagel* gehalten wird. Das Reibscheit ist oben mit einer eisernen Schiene belegt, der vordere Theil des Langbaumes endigt in eine eiserne Kappe, und in dieser Verbindung muß das Vordergestell, d. h. die Deichselarme und die Deichselscheere, nothwendig eine wagerechte Stellung annehmen.

Digitized by Google

Zum Oberwagen gehört sodann der Wend- oder Lenkschemel, welcher in der Regel konver gekrümmt auf dem Vorder-Achsschemel drehbar ruht, und durch welchen der Spann-Nagel von oben hindurch geht. Dieser Wendschemel steht mit dem Kasten oder den sonstigen Theilen des Oberwagens in fester Verbindung, und auf der Hinterachse wird der Oberwagen ebenfalls durch entsprechende Vorrichtungen, Rungen, Stemmleisten (auch wohl Rüsse genannt) festgehalten. Es kann daher die Vorderachse unter dem Wendschemel und Oberwagen ihre Stellung verändern, ohne daß dieser und die Hinterachse daran auf irgend eine Weise Theil zu nehmen brauchen. Soll daher der Oberwagen im Ganzen eine horizontale Stellung einnehmen, so muß der Halbmesser der Vorderräder um die Höhe des Wendschemels kleiner sein als der der Hinterräder. Dies ist der gewöhnliche Grund der kleineren Vorderräder; eine andere Veranlassung, sie noch niedriger zu machen, findet Statt, wenn man unterlaufende Räder haben will.

Von der hier beschriebenen Einrichtung des Vordergestelles ist das eigentliche Kutsch- oder Bockgestell völlig verschieden. Bei ihm muß ein großer freier Raum über der Vorderachse, zur Anbringung des Bockes u. s. w. gewonnen werden, in der Regel werden auch unterlaufende Räder angebracht, und darnach muß sich die übrigens höchst abweichende Konstruktion sowohl des Unterwagens wie des Oberwagens in diesen Theilen richten. Es liegt nicht in dem Plane dieses Artikels, hiervon näher zu sprechen.

Als Material zum Unterwagen wird regelmäßig Eichenholz genommen, weil dessen größere Festigkeit und Dauer doch ein überwiegender Vorzug trotz des vermehrten Gewichtes ist. Bei leichteren Fuhrwerken benützt man jedoch auch Buchen und Ulmen. Ueberhaupt hängt die Festigkeit des Gestelles keineswegs von der Masse und Dicke des verwendeten Materials ab, sondern mehr noch von der zweckmäßigen Form, Gegeneinanderstellung und Verbindung der Theile.

Es dient die Deichsel, und zunächst die einfache Deichsel, dazu, um durch eine bestimmte Stellung derselben der Vorderachse eine veränderte Lage unter dem Wendschemel und Oberwagen zu ertheilen. Wird nun der Wagen in Bewegung gesetzt, oder darin erhalten, so muß hauptsächlich der veränderte Zug der Pferde gegen die Achse, sowie die Pressung des Langbaumes und die Mitwirkung des Reibscheites allmälig auch das Hintergestell und den Oberwagen veranlassen, in die neue Richtung überzugehen. Durch die gleichmäßige Führung der Pferde wird die Deichsel dann ferner dazu dienen, die Richtung der Bewegung überhaupt zu erhalten und zu lenken, wie dies allgemein bekannt ist. Auf oder unter der Deichsel, nach Maßgabe der Höhe der Räder, liegt zur Verbindung der Zugstränge mit der Achse und mit dem Fuhrwerke die Wage (auch der Klippschwengel genannt) mit den beiden Ort- oder Zugscheiten; sie ist entweder feststehend oder beweglich, und im ersteren Falle dienen statt der Zugscheite die Zugöhre, in welche die Stränge eingehakt werden. Der feststehende Schwengel heißt auch wohl die Brake. Bei eingeübten Fuhrleuten leidet es keinen Zweifel, daß die Brake dem Fuhrwerk einen gleichmäßigeren und stetern Gang verschaffen kann; sonst aber muß man den beweglichen Schwengel vorziehen, weil bei ihm eine ungleichmäßige Anstrengung der Pferde viel leichter bemerkt und verbessert werden kann. Bei einem Angespann von mehr als zwei Pferden wird auf dem vordern Ende der Deichsel der Vorderschwengel mit seinen Zugscheiten angebracht, welcher unter allen gewöhnlichen Umständen beweglich ist. Mitunter wird auch bei dem zweispännigen Wagen eine Gabel- oder Kluftdeichsel angewendet, in welcher das eine Pferd geht, während das andere auf die sonstige Weise angespannt wird. Bei dem Fortschaffen größerer Lasten gelten hiergegen beinahe die nämlichen Bemerkungen, welche gegen die Gabeldeichsel des Karrens oben angeführt sind.

Wenn der Fuhrmann vom Sattel fährt, so reitet er in Deutschland

Digitized by Google

durchgängig auf dem linken Pferde, welches als solches das Sattelpferd heißt, das rechte wird dann das Handpferd genannt. Es ist leicht einzusehen, daß dadurch alle Wendungen nach links rascher, kürzer und sicherer auszuführen sind als die nach rechts, weil bei diesen das Handpferd weit schwieriger zu den nothwendigen Bewegungen zu bringen ist, als bei denen nach links, wo der Fuhrmann alle nöthigen Hülfen einfacher und nachdrücklicher anwenden kann. Wenn daher bei dem Anspann zu zweien eine Gabel benutzt wird, so muß sie an der rechten Seite liegen, weil dadurch das Handpferd viel mehr in die Gewalt des Fuhrmanns kommt. Beim langsamen Transporte großer Lasten auf guten Wegen hat man sogar beide Pferde in einzelne Gabeln geschirrt, und es ist nicht zu verkennen, daß unter solchen Voraussetzungen diese Einrichtung ihre eigenthümlichen Vorzüge für die möglichste Gleichmäßigkeit des Zuges hat. Auch ist die Gabeldeichsel für das Handpferd dann zu empfehlen, wenn durch besondere Verhältnisse der Bepackung auf der Vorderachse nur eine geringe Last und diese noch dazu völlig oder doch beinahe im Gleichgewichte liegt; damit sind die früheren Einwürfe gehoben, und nur die bessere Führung und größere Einfachheit bleibt bestehen.

Es bedarf nämlich wohl kaum der Bemerkung, daß bei Anwendung der Gabeldeichsel die Deichselarme u. s. w. wegfallen, und man hat dabei durch eine besondere Konstruktion des Oberwagens mitunter auch den Langbaum entbehrlich gemacht; jedoch ist hier nicht der Ort, solche spezielle Abänderungen näher zur Betrachtung zu bringen.

Bei allen Fuhrwerken ist ihre Lenkbarkeit, oder die Fähigkeit, aus einer Richtung in eine andere überzugehen, ein Gegenstand von besonderer Wichtigkeit. Man wird derjenigen Einrichtung die größere Lenkbarkeit zusprechen, welche es gestattet, bei der nämlichen Geschwindigkeit in der kürzeren Zeit die neue Richtung anzunehmen. Deshalb ist ferner klar, daß es auf die Größe des Bogens ankommt, welcher dabei beschrieben werden muß, und diese Größe hängt von der Länge des dazu gehörenden Halbmessers ab.

Denkt man sich einen Karren, so besitzt er, unter gewissen Umständen, eine absolute Lenkbarkeit, indem es möglich ist, ihn um die Mitte seiner Achse dergestalt zu drehen, daß das eine Rad seinen Bogen vorwärts beschreibt, während das andere ihn rückwärts vollführt. Beide Bewegungen erfolgen daher mit dem möglichst kürzesten Halbmesser, nämlich mit der halben Länge der Achse. Allein diese absolute Drehbarkeit kann nur durch Anstellung von Menschen erreicht werden, und ist durch ein eingeschirrtes Pferd nicht zu bewirken; ein solches wird höchstens die Drehung um das eine Rad herausbringen, und auch dieß nur auf einigermaßen festem Boden, dann ist folglich die ganze Länge der Achse der Halbmesser der Drehung. In der Regel werden sogar beide Räder einen Bogen beschreiben, einen inneren und einen äußeren, deren gemeinschaftlicher Mittelpunkt da hinfällt, wo die Verlängerung der ersten Stellung der Achse und die beabsichtigte neue Richtung derselben einander treffen. Mithin ist dann der Halbmesser der Drehung, der Bogen und die Zeit größer, d. h. die Lenkbarkeit des Karrens ist geringer, als es Anfangs der Fall zu sein schien.

Für den Wagen ist die Lenkbarkeit von mehr Momenten abhängig, als bei dem Karren, und daher auch schwieriger zu übersehen.

Man denke oder zeichne sich für's Erste nur das Untergestell ohne den Oberwagen, und zwar gebe man dem Vordergestelle eine schräge Lage in der Art, daß das eine Rad desselben gegen den Langbaum trifft, so bezeichnet diese Stellung diejenige Grenze der Abweichung, in welche das Vordergestell versetzt werden kann. Dann schließt die Vorderachse mit dem Langbaum einen bestimmten spitzen Winkel ein, und indem man die Richtungen beider Achsen bis zum Zusammentreffen verlängert,

Digitized by Google

findet sich der Mittelpunkt der Drehung; die Entfernung desselben von der Mitte der Vorderachse gibt den Halbmesser der drehenden Bewegung ab. Je kleiner nun bei übrigens gleichen Verhältnissen der eben bezeichnete Winkel wird, desto früher schneiden sich die Achsenrichtungen, desto kleiner ist der Halbmesser der Drehung, und damit wird die Lenkbarkeit um so größer. Die Verkleinerung dieses Winkels ist also zuerst fest zu stellen. Wenn nur ein Langbaum und weiter kein Oberwagen oder Kasten zu berücksichtigen ist, so wird jener Winkel um so mehr abnehmen können, je breiter die Spurweite und je niedriger die Räder sind, und es läßt sich denken, daß hinlänglich kleine Räder unter den Langbaum treten können, wodurch der Winkel zu Null würde, die Vorderachse in die Richtung des Langbaumes selbst träte und der Mittelpunkt der Drehung in die Mitte der Hinterachse fallen müßte. Bei dieser äußersten Grenze wäre demnach der Halbmesser der Drehung übereinstimmend mit der Länge des Langbaumes, und eine weitere Verringerung desselben ist bei Wagen nicht möglich. In allen Fällen, wo der Winkel nicht zu Null werden kann, hängt daher die Lenkbarkeit von folgenden Momenten ab: Sie wird größer oder günstiger, je breiter die Spur, je niedriger die Vorderräder, je kürzer das Fuhrwerk und je schmäler der Oberwagen ist, in geringer Hinsicht auch noch je schmäler die Felgen sind. Hieraus ergeben sich die entgegengesetzten Beziehungen von selbst.

Da die Länge des Fuhrwerkes meistentheils durch andere Umstände unabänderlich gegeben ist, so bleibt zur Verkleinerung des Halbmessers der Drehung in der Regel nichts weiter übrig, als eine Verminderung des so wesentlich mitwirkenden Winkels, den die Vorderachse gegen den Langbaum einschließt. Da eine Erniedrigung der Vorderräder über eine bestimmte Grenze nicht gestattet ist, und auch der Raum des Oberwagens nicht zu schmal sein darf, so hat man Einschnitte am Kasten angebracht, in welche die Räder bei ihrer Drehung hineintreten; oder man richtet bei Frachtwagen die Bepackung darnach ein, und in manchen Fällen läßt man die Vorderräder unter den nach oben gebogenen Langbaum unterlaufen. Endlich trennt man bisweilen die Belastungen, so daß der Raum auf der Vorderachse und Hinterachse in seiner ganzen Breite vollständig benutzt wird, zwischen beiden aber eine freie Stelle für die Räder beim Wenden offen bleibt, wo also nur der Langbaum die Drehung einschränkt. Bei Fuhrwerken, die scharfe Wendungen zu machen haben und dabei vorzugsweise zum Transporte solcher Gegenstände bestimmt sind, die verhältnißmäßig wenig Raum verlangen, ist diese letztere Art bei Weitem die beste. Für Kutschen zieht man bekanntlich unterlaufende Räder vor, wobei jedoch die schon früher erwähnte eigenthümliche Beschaffenheit des Gestells, namentlich die Biegung des Langbaumes nach oben, oder die vollständige Anordnung des Oberwagens, es gestattet, den Rädern eine größere Höhe zu geben als es sonst thunlich wäre. Man wird die ganz niedrigen Vorderräder sich nur bei solchen Fuhrwerken gefallen lassen, welche, ohne eben schwere Lasten zu transportiren, stets auf guten Wegen fahren und bei denen sehr scharfe Wendungen — wie bei dem Einfahren in Thorwege u. s. w. — häufig in rascher Bewegung vorgenommen werden sollen.

Im Allgemeinen sind unterlaufende Räder sonst schlechthin zu verwerfen, da sie die sämmtlichen Nachtheile der niedrigen mit dem Hauptnachtheile der hohen (die geringere Stabilität) vereinigen. Ein Fuhrwerk mit solchen niedrigen Vorderrädern ist auf schwierigen Wegen oder gar auf ungebahnten Strecken ein höchst mangelhafter, zerbrechlicher und sich selbst zerstörender Apparat, der gewöhnlich in den wichtigsten Augenblicken den Dienst versagt.

In manchen Gegenden kommen bekanntlich nur Karren vor, in anderen nur Wagen; und es ist von Interesse, durch eine Vergleichung der Vor-

Digitized by Google

züge und Nachtheile beider Fuhrwerke, die Gründe für diese Thatsache klar zu machen. Man kann bemerken, daß das Gestell des Karrens für gleiche Belastungen im Ganzen leichter sein wird, als das des Wagens, daß dagegen die Achsschenkel nothwendig stärker sein müssen, weil die Bepackung nur auf einer Achse ruht. Eine Zusammenstellung aller einzelnen Verhältnisse, auf horizontalem festen, oder auf weichem Boden, beim Bergauffahren, wie beim Ueberwinden von Hindernissen, führt eigentlich zu keinem bestimmten Resultate. Die größere Leichtigkeit des Karrengestells, welche in einigen dieser Fälle von Wichtigkeit sein würde, wird größtentheils oder völlig durch andere Nebenumstände, wohin namentlich die größere Dicke der Schenkel gehört, wieder ausgeglichen. Es bleiben jedoch einige Verhältnisse übrig, die eine Entscheidung zulassen. Für den Karren spricht dessen größere Lenkbarkeit, wodurch ein aufmerksamer Fuhrmann einzelnen Hindernissen, Schlaglöchern u. dgl. ausweichen kann, was beim Wagen in solcher Art nicht thunlich ist. Dagegen ist letzterer beim Passiren von Gräben und Unebenheiten im Vortheile, besonders aber durch seinen ungleich festeren Stand. Bei dem Karren fällt nämlich, sobald das eine Rad niedriger zu stehen kommt, die Last wesentlich auf diese Seite, deshalb, und wegen der höheren Lage des Schwerpunktes, ist die damit verbundene Schwungbewegung leicht im Stande, das Umreißen des Ganzen herbeizuführen. Bei dem Wagen wird meistentheils doch nur das Rad *eines* Gestelles in die niedrigere Lage durch Schlaglöcher, Hindernisse o. dgl. gerathen, während das andere Gestell in seiner richtigen Lage verbleibt. Dadurch ist die Schwungbewegung an sich nur halb so groß, und die Verbindung mit dem zweiten Gestelle vermindert sie noch mehr. Es müßte daher jenes erstere Gestell dieses letztere mit umreißen, wenn das Ganze fallen soll; allerdings tritt dieß in manchen Fällen auch ein, jedoch wird sehr häufig der Wagen seine Stellung bei solchen Gelegenheiten behaupten, wo der Karren längst umgeworfen wäre. Die Richtigkeit dieser Ansicht springt um so mehr hervor, wenn man sich erinnert, wie sehr leicht Kabriolets und ähnliche karrenartige Fuhrwerke, bei denen die Last nicht ganz niedrig gelegt werden kann, dem Umwerfen ausgesetzt sind, so sehr, daß sie verständigerweise nur auf Kunststraßen angewendet werden können. Selbst ein ganz kurzer vierrädriger Wagen ist in dieser Hinsicht schon bedeutend im Vortheile.

Bei allen Fuhrwerken ohne Ausnahme ist es wichtig, den Schwerpunkt der Bepackung so niedrig wie möglich zu legen, und es gibt eine Menge eigenthümlicher Konstruktionen, um diesen Zweck zu erreichen. Allein bei Fuhrwerken, die für allgemeine Verhältnisse gebaut werden, kann man von solchen speziellen Anordnungen fast nie Gebrauch machen, sondern muß sich durch eine verständige Bepackungs-Methode zu helfen suchen, so gut es gehen will.

Wenn daher ein Fuhrwerk für allgemeine und unbestimmte Transporte angeordnet werden soll, so kann die Entscheidung nicht zweifelhaft sein, daß dazu der Wagen am besten geeignet ist. Die Gründe, welche dessenungeachtet in allen Gebirgsländern die durchgängige Einführung der Karren bewirkt haben, sind von ganz anderer Art. Zunächst würde nämlich das Fortschaffen großer Lasten, ungetheilt auf einem Fuhrwerke, doch nicht möglich sein, weil die Unsicherheit des Zuges bei Anwendung mehrer Pferde auf steilen Wegen, an Abgründen u. s. w. so gefahrvoll wäre, daß man schon deshalb sich auf die Verwendung eines oder zweier Pferde beschränkt sieht. Wegen der Beschaffenheit aller gewöhnlichen Gebirgspässe ist in ihnen nur die Mitte des Weges frei, so daß die herabgerollten Steine und der Schutt an den Seiten das Nebeneinanderspannen zweier Pferde regelmäßig verhindern. Endlich und vorzüglich ist beim steilen Bergabfahren das eine in der Gabeldeichsel gehende Pferd viel mehr zum Aufhalten geeignet, als jede andere Art zu spannen, und wesentlich wohl aus diesem Grunde hat die Erfahrnng

Digitized by Google

sich für Fuhrwerke mit einem Pferde in eine Gabel gespannt, entschieden. So einleuchtend diese Verhältnisse auch sind, so wenig ist man auf dem Wege der Theorie zu dem Resultate gekommen, daß für Gebirgsländer der Karren, für flache Gegenden der Wagen das geeignetste Fuhrwerk sei, vielmehr ist eine lange Erfahrung allen theoretischen Betrachtungen dieser Art um Jahrhunderte voran geeilt.

Bei dem Abwärtsfahren aller Fuhrwerke wirken diejenigen Widerstände, welche bei dem Aufwärtsfahren, wegen der Mitwirkung der Schwerkraft, überwunden werden mußten, als ein Streben an der geneigten Ebene herabzugleiten, nur daß für das Hinauffahren die Reibung außerdem hinderlich war, während sie jetzt als eine hemmende Kraft dem Hinabgleiten entgegen wirkt, und also in diesem Falle günstig erscheint.

Dennoch sind die abwärts gerichteten Kräfte oftmals so bedeutend, daß ihnen ein künstlicher Widerstand entgegengesetzt werden muß, um das Hinablaufen zu mäßigen und Unglücksfälle zu verhüten; man nennt diese Hülfsmittel die Methoden zu hemmen oder aufzuhalten.

Das einfachste und beste Hemmen, oder vielmehr Zurückhalten geschieht durch Anstellung von Menschen, die an hinten angebrachten Tauen, Ketten u. s. w. das rasche Hinablaufen verhindern. Bei Militairfuhrwerken wendet man, da wo hinlängliche menschliche Kräfte zu Gebote stehen, diese Methode immer an; sonst ist sie freilich selten zu benutzen. Nur bei dem Karren mit seiner Gabeldeichsel wird das eingespannte Pferd allein ein genügendes und sicheres Aufhalten bewirken können; bei dem Wagen mit seiner einfachen Deichsel, so wie wegen der größeren Last, die er führt, ist es an steileren Abhängen, selbst bei gut abgerichteten Pferden immer mißlich, sich auf die Pferde allein zu verlassen, und es werden meistentheils künstliche Mittel in Thätigkeit gesetzt werden müssen, welche dazu dienen, die Drehung eines oder sogar zweier Räder zu verhindern. Man wendet dazu sehr verschiedene Vorrichtungen an, wie z. B. die Hemmkette, den Hemmschuh, die Hemmschraube und viele andere. Für leichtere und elegante Fuhrwerke benutzt man meistens den Hemmschuh, weil die Kette das Rad zu sehr angreift, und die Hemmschraube bei ihnen nicht gut anzubringen ist, ohne der Eleganz und sonstigen Zwecken Eintrag zu thun. Jedoch ist der Hemmschuh keineswegs sicher, sondern er läßt, namentlich auf Steinpflaster, das gehemmte Rad nicht selten herausspringen. Bei schweren Fuhrwerken ist die Hemmschraube, wodurch man nach Willkühr beide Hinterräder mehr oder weniger am Umdrehen verhindert, bei Weitem die beste und sicherste Vorrichtung. Ein sehr gutes und sinnreiches Mittel ist ein Hebelwerk zum Hemmen, welches bei Reisewagen und Postkutschen durch eine Person im Wagen selbst in Wirksamkeit gesetzt wird. Allein eben deshalb eignet es sich auch fast nur für diese Art Fuhrwerke.

Es ist übrigens leicht zu erkennen, daß jede eigentlich gewaltsame Hemmung, besonders insofern dabei auf einzelne Theile des Fuhrwerkes ausschließlich gewirkt wird, den dadurch getroffenen Theilen höchst nachtheilig werden muß. Denn die Festigkeit der Theile, oder ihre Verbindung unter einander, bleibt immer derjenige Stützpunkt, dessen Widerstand hinreichen muß, um den Gewalten genügend entgegen zu treten, die man aufheben und beseitigen will. Sobald beim Aufwärtsfahren ein Halt gemacht wird, oder man den Pferden einige Ruhe verschaffen will, ist es zweckmäßig, dem Streben des Fuhrwerkes zum Hinablaufen eine anderweitige Hemmung — unabhängig von den Zugkräften — entgegen zu setzen. Man legt daher hinter die Räder Steine oder Holzstücke, oder besser bringt man überhaupt an der Hinterachse eine drehbare Stütze an, die unten gabelförmige Zacken hat, für solche Fälle wird sie losgemacht und schleift hinterher, so daß sie im Augenblicke des Haltens von selbst in Anspruch genommen wird.

Digitized by Google

Der letzte, und in gewisser Beziehung vielleicht wichtigste Gegenstand dieser Abhandlung ist eine allgemeine Darlegung über die Zugkräfte der Thiere und deren zweckmäßigste Verwendung, insbesondere der Pferde, weil diese für einen großen Theil Europas beim Fortschaffen der Lasten doch vorzugsweise in Betracht kommen. Es kann nicht die Absicht sein, hier eine irgend erschöpfende Untersuchung zu führen, jedoch lassen sich viele interessante und folgenreiche Mittheilungen auch auf eine einfachere Weise vortragen.

Eine Vergleichung zwischen thierischen und sogenannten mechanischen Kräften muß an dieser Stelle übergangen werden; eben so kann von der Bedeutung der Muskelkräfte und ihren Verhältnissen zu dem Knochengebäude nicht die Rede sein. Es ist hier nur hervorzuheben, daß das Pferd im Allgemeinen sich mehr zum Ziehen als zum Tragen eignet, während Esel und Maulthier durch die geringere Anzahl ihrer Rückenwirbel und den dadurch bedingten Bau des Rückens, so wie wegen ihres geringeren Gewichtes mehr zum Tragen geeignet sind.

Es ist zu bemerken, daß zwischen der Geschwindigkeit, die man von einem Thiere verlangt, und zwischen der dabei fortzuschaffenden Last — sei dies nun durch Tragen oder durch Ziehen — ein bestimmter nothwendiger Zusammenhang Statt findet, und zwar so, daß mit zunehmender Geschwindigkeit die fortzuschaffende Last, in den mittleren Verhältnissen, etwa gleichmäßig abnehmen muß. Natürlich gilt dies nicht in der Nähe der Grenzwerthe; denn eine übermäßige Last wird das Thier überhaupt nicht in Bewegung setzen, und bei dem höchsten Grade von Geschwindigkeit, dessen es fähig ist, hat es an seiner eigenen Körperlast hinreichend zu tragen, ohne daß man ihm noch eine neue Belastung hinzufügen sollte. Dabei kommen gewaltsame Anregungen, Peitsche und Sporn, hier nicht in Betracht, weil sie nur kurze oder augenblickliche Kraftanstrengungen herbeiführen, welche im Großen und nachhaltig unberücksichtigt bleiben müssen.

Faßt man die Art des Ziehens bei einem Pferde näher auf, so ist nicht zu verkennen, daß das eigene Gewicht des Thieres dabei als wesentlich günstig mit in Betracht kommt, jedoch nicht in solcher Art, daß leichtere Pferde schlechthin weniger brauchbar wären als schwerere, weil dennoch Temperament und Race von großem Einfluß sein können.

Um nun die Zugkraft eines Thieres, frei von allen Nebenumständen, aufzufassen, muß sie unmittelbar auf den Widerstand der Erdschwere zurückgeführt werden. Man wird deshalb die horizontalen Zugstränge über eine feste Rolle so leiten, daß das Thier ein gewisses Gewicht geradezu heben muß, und wird dann bemerken, mit welcher Geschwindigkeit, und dabei wie lange dieses gehobene Gewicht in Bewegung gesetzt wird. Jede andere Messung oder Vergleichung ist unsicher und häufig unbrauchbar.

Man ist bei dieser, wie bei allen ähnlichen Untersuchungen, übereingekommen, die Geschwindigkeit der bewegten Last in einer Sekunde mit dieser Last selbst multiplizirt das Moment der Bewegung zu nennen, so daß folglich das Moment das nämliche bleibt, ob z. B. 1000 Pfund mit 10 Fuß Geschwindigkeit in der Sekunde bewegt werden, oder 10000 Pfund mit 1 Fuß in derselben Zeit.

Bei Anwendung jenes Verfahrens zeigt sich dann zunächst, daß ein gutwilliges eingeübtes Pferd, für einen Augenblick, eine Last eben in Bewegung setzen kann, die etwa mit seinem eigenen Gewichte übereinstimmt, also ungefähr zwischen 500 und 700 Pfund beträgt. Natürlich sprechen aber sowohl hierbei wie auch bei den anhaltenden Leistungen eine Menge von Nebenumständen mit, und deshalb sind allgemein gültige Annahmen, für anscheinend schwächere Pferde, nicht zu gestatten. Nur für einen langsamen Dienst bei großen Lasten leistet das schwere Pferd im Durchschnitte und auf die Länge am meisten.

Digitized by Google

Um einen mittleren brauchbaren Maßstab zu erhalten, kann man annehmen, daß ein nicht schwaches Pferd in dem vorhin angeführten Sinne im Stande sei, eine Last von 150 bis 180 Pfund mit einer Geschwindigkeit von 3 bis 4 Fuß in einer Sekunde aufwärts zu bewegen, und diese Kraftanstrengung während 24 Stunden 6 bis 8 Stunden andauernd auszuüben. Wie sehr dabei aber Wartung und Fütterung einwirken, bedarf keiner näheren Anführung.

Die ursprünglichen Versuche zur Feststellung dieser Zahlen sind mit mancherlei Umständlichkeiten verknüpft; man bedient sich daher einfacher einer starken Federwage als Kraftmesser oder Dynamometer. Dieser Apparat wird mit einer Eintheilung versehen, die bei dem Zusammendrücken der Feder durch wirklich angehängte Gewichte regulirt wurde und von Zeit zu Zeit zu Zeit nachgesehen werden muß. Man bringt die Federwage mit den Zugkräften in unmittelbare Verbindung, und beobachtet dieselben in willkürlichen Zwischenzeiten (z. B. von 10 zu 10 Sekunden). Als Mittelzahlen einer großen Menge sorgfältiger Beobachtungen, unter den verschiedensten Umständen, haben sich nun die eben angeführten Zahlen ergeben. Dabei sind jedoch die früher genannten Thatsachen über die große Veränderlichkeit solcher Werthe nicht zu übersehen.

Eine ganz andere Frage aber ist es, was das Pferd mit dieser seiner Anstrengung zum Transporte von Lasten nun leisten wird? Das hängt so ganz und gar von der zweckmäßigen oder verkehrten Einrichtung der Fuhrwerke und von der Beschaffenheit der Wege ab, daß darüber, strenge genommen, gar keine Entscheidung denkbar ist. Denn die Last, welche das Thier fortschafft, ist keineswegs eine Darlegung der eigentlichen Kraft desselben, wenn dabei nicht alle Verhältnisse der Geschwindigkeit und des Widerstandes mit berücksichtigt werden. Die Verhältnisse des Widerstandes aber sind von doppelter Art; theils die am Fuhrwerke selbst, theils die auf den Wegen. Nun ist es — nach den früheren Sätzen — kaum möglich, die Widerstände am Fuhrwerke selbst festzustellen, geschweige denn diejenigen, welche wegen des Erdbodens sich der Bewegung entgegensetzen. Gerade aber deshalb mußte ein Maßstab oder eine Vergleichung gesucht werden, welche von allen diesen veränderlichen Beziehungen unabhängig wäre. Wie unzutreffend, ja selbst ungereimt, daher solche Behauptungen sind, welche es sich herausnehmen, von der fortgeschafften Last geradezu Schlüsse über Pferdekräfte oder über Einrichtungen an Fuhrwerken abzuleiten, bedarf hoffentlich keiner weiteren Bemerkung mehr. Uebrigens hat man mit einer geringen Abänderung von jenen Mittelzahlen, die sich auf die Ueberwindung der Schwerkraft beziehen, auf ganz einfache Weise den Begriff einer Pferdekraft abgeleitet, wie er bei Dampfmaschinen und im Großen gebraucht wird.

Für den wirklichen Gebrauch bei Fuhrwerken ist nun zunächst klar, daß ein einzelnes richtig behandeltes Pferd stets mit dem möglich größten Erfolg seine Kräfte in Thätigkeit setzen wird, weil dessen Anstrengung ununterbrochen und in demselben Maße fortdauern muß, wenn die Geschwindigkeit nicht sofort und deutlich verändert werden soll. Es ist daher nicht anzunehmen, daß eine Vermehrung der Pferde eine Vergrößerung der fortzuschaffenden Lasten in dem nämlichen Maße gestatten wird. Zwei Pferde neben einander leisten in dieser Hinsicht auf jeden Fall mehr, als zwei Pferde zu eins vor einander, und wenn es einzurichten ist, so werden selbst drei Pferde neben einander etwa noch eben so viel ziehen, als vier derselben zu zweien oder gar zu eins vor einander. Denn das paarweise Angespann vor einander gibt durch das unvermeidliche Schwanken, sowohl der einzelnen Pferde wie der Paare unter sich, einen neuen Grund ab, weßhalb ein gleichmäßiger Angriff noch weniger möglich ist, d. h. man erhält keineswegs die Leistungen

Digitized by Google

in demselben Grade vermehrt, wie es die Anzahl der Pferde mit sich bringen sollte. Schon deshalb sind solche Transport-Einrichtungen, wenn es möglich ist, zu vermeiden, bei denen vor ein Fuhrwerk mehr als vier, höchstens sechs Pferde gespannt werden müßten. Allerdings gibt es eine Menge von Fällen, bei denen diese Einschränkung nicht thunlich ist; häufig aber wird sie bloß aus Unkunde vernachlässigt und dadurch ein höchst unnützer Aufwand herbeigeführt, der durch die verminderte Anzahl der Fuhrwerke nicht wieder ausgeglichen werden kann. Diese Bemerkung gilt hauptsächlich von allen Transporten auf schlechten Wegen, oder wie bei Militair-Fuhrwerken, bei denen man im Voraus weiß, daß auch ganz ungebahnte Strecken passirt werden müssen. Es ist in dieser Hinsicht stets am besten, die Pferde so nahe und ohne weitere Vermittlung an die Last zu spannen, wie es überhaupt thunlich ist; die Gleichmäßigkeit des Zuges kann dadurch nur befördert werden. Kommt dazu die Nothwendigkeit, vom Sattel zu fahren, so darf man annehmen, daß das Sattelpferd etwa nur halb so viel ziehen kann, wie ein anderes; der aufmerksame Fuhrmann bewirkt diese nothwendige Erleichterung ganz einfach dadurch, daß er das Sattelpferd mit etwas längeren Strängen anspannt.

Eine ausgedehnte Erfahrung hat in dieser Hinsicht gelehrt, daß wenn die verhältnißmäßige Belastung für ein einzelnes Pferd durch die Zahl 10 ausgedrückt wird, dann bei zwei Pferden auf jedes nur noch die Verhältnißzahl 8 gerechnet werden könne, bei vieren für jedes die Zahl 7, und bei sechs die Vergleichungszahl 6, wie dies Alles aus den vorstehenden Bemerkungen sehr begreiflich wird. Es versteht sich übrigens von selbst, daß, wenn von den fortzuschaffenden Lasten die Rede ist, darunter das Gewicht des Fuhrwerkes stets mit eingeschlossen ist.

In Uebereinstimmung mit den betreffenden Sätzen im Obigen hat sich ferner durch einen langen Gebrauch der Pferde bei Maschinen, namentlich bei Erdwinden, dargethan, daß bei einer Verminderung der Geschwindigkeit um einen Fuß in der Sekunde, man eine Steigerung der wirklichen Zugkraft von 25 bis 30 Pfund erwarten dürfe, und da dies $\frac{1}{7}$ bis $\frac{1}{6}$ der ganzen Kraft beträgt, so ist leicht abzusehen, daß eine wichtige Vermehrung der Leistungen davon die Folge sein muß.

Besonders kommt noch, wenn von Bestimmung der Erfolge von Zugkräften die Rede ist, in einzelnen Fällen die Beschaffenheit des Weges oder der Bahn in Betracht. Man bemerkt nämlich bei Bewegungen auf festem Sande und Kies für eine Geschwindigkeit von 3 bis 8 Fuß in der Sekunde, d. h. beim Fahren im Schritt und Trabe keinen Unterschied der Momente in dem Sinne, wie dieser Begriff oben aufgestellt ist; wohl aber zeigt sich ein solcher auf dem Steinpflaster, und die lebhaften Erschütterungen, welche damit bei steigenden Geschwindigkeiten so auffallend verbunden sind, ergeben deutlich, daß ein namhafter Theil der Kräfte alsdann nutzlos verbraucht wird. Die Erfahrung scheint zu lehren, daß bei solchen Gelegenheiten eine doppelte Geschwindigkeit die Widerstände in dieser Hinsicht beinahe auf das Vierfache steigert. Daraus ist die praktische Fuhrmannsregel entstanden: langsam fahren und viel laden. Nun die befolgen sie denn auch redlich!

Gelegentlich mag an dieser Stelle als Gegensatz erwähnt werden, wie sehr der Transport von Lasten, die auf Federn ruhen, die Sache erleichtert und selbst die Zugkräfte begünstigt. Denn das elastische Heben und Senken bewirkt auf hartem unebenem Boden angenähert eine Ausgleichung der stets wechselnden Widerstände und Kräfte und damit nicht allein einen gleichmäßigeren, sondern auch einen solchen Zug, dessen Mittelwerthe geringer sind, als sie es ohne jene Ausgleichung sein würden. Hiermit stimmen ausgedehnte Versuche mit dem Dynamometer vollkommen überein.

Wenn nach allen vorstehenden Erörterungen die Belastung unter ungünstigen Voraussetzungen (d. h. für schwierige Wege, bei ungenügender Wartung und Pflege) bestimmt werden soll, so wird man für ein

Digitized by Google

einzelnes Pferd nicht mehr als 2000 Pfund rechnen dürfen; bei zwei Pferden auf jedes etwa 1600 Pfd., bei vier Pferden eben so 1400 Pfd., und bei sechs Pferden für jedes höchstens 1200 Pfd. Der Frachtfuhrmann dagegen, welcher nur auf Kunststraßen fährt, stark und regelmäßig füttert und bisweilen Vorspann nehmen kann, ladet weit mehr, ja selbst bei vier Pferden auf ebenen guten Straßen hinter jedes oft gegen 4000 Pfd.

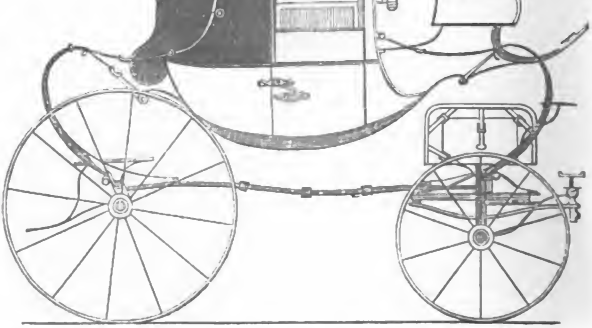
Umgekehrt muß bei militairischen Verhältnissen, wo die Umstände der Wege, der Verpflegung und der Bewegungen noch ungünstiger und gewaltsamer sind, als sie vorhin angenommen wurden, die Belastung weit mehr herabgesetzt oder die Bespannung desto mehr gesteigert werden, besonders auch weil hier bei je zwei Pferden ein Fuhrmann als Reiter mit in Betracht kommt. Daher rechnet man bei den Reserven einer Armee für 4 und 6spännige Wagen, welche die bessern Wege nicht verlassen, auf jedes Pferd 900 bis 1000 Pfund, und bei denjenigen Geschützen, welche mit der Kavallerie zusammen dienen, nicht gern über 500 bis 600 Pfund Belastung. Die Erfahrung hat hinlänglich dargethan, daß im Laufe anstrengender Feldzüge diese Zahlen keineswegs zu weit herabgesetzt sind.—

Endlich nimmt man an, daß ein Ochse reichlich dieselben Zugkräfte ausüben kann, wie ein Pferd; nur freilich ist die Geschwindigkeit seiner Bewegung dabei um $^1/_3$ bis $^1/_4$ geringer, und beträgt daher nur 2 bis $2^1/_2$ Fuß in der Sekunde. Spannt man aber in demselben Zuge Pferde vorauf, so veranlassen sie eine etwas raschere Bewegung auch für das nachfolgende Zugthier.

Fuhrwerke.—Die äußere Form der Fuhrwerke mag immerhin der Modelaune unterliegen; die Bauart eines Wagens aber der Hauptsache nach, so wie sie der Leichtigkeit, Eleganz und Stärke angemessen ist, steht dem Wesen nach wohl fest, und kann nach folgender Beschreibung und den dazu gehörigen Zeichnungen beurtheilt werden.

Fig. 416 zeigt einen zweisitzigen Stadtwagen, der auf einem, mit eisernen Rädern, Achsen und Büchsen versehenen Unterwagen steht.

416

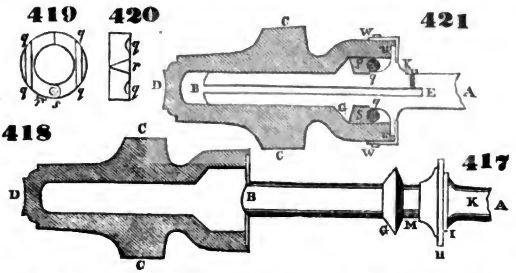


Die Büchsen sind durch eine einfache Vorrichtung auf der Außenseite geschlossen, wodurch das darin befindliche Oel am Wegfließen verhindert wird. Die Befestigung des Rades gibt, da sie auf der innern Seite

Digitized by Google

angebracht ist, wie später gezeigt werden soll, große Sicherheit, und macht den sonst denkbaren Fall unmöglich, daß das Rad von der Achse gerissen werden kann, wenn etwa ein anderes Fuhrwerk dagegen fahren sollte.

Fig. 417 zeigt den genau abgedrehten Schenkel einer Achse, woran



sich zwei Ansätze oder Hälse G und H befinden. Der Theil von G bis B ist zylindrisch. An der durch K angedeuteten Stelle befindet sich eine Schraube, deren Zweck bei Fig. 421 beschrieben werden soll. Fig. 418 ist der Längendurchschnitt einer Metall-Nabe, welche zugleich die Büchse bildet, die zum bessern Anschließen der Achse aus dem Vollen gebohrt ist und sie luftdicht umschließt. Um das Oel festzuhalten, ist die Durchbohrung der Nabe nicht ganz durchgeführt, sondern läßt an der Außenseite bei D noch einen vollen Theil derselben vor sich.

Fig. 419 stellt die vordere Ansicht eines metallenen, sehr genau abgedrehten Ringes dar; Fig. 420 gibt die Seitenansicht dieses Ringes. Der innere Durchmesser desselben ist dem, zwischen den beiden Hälsen liegenden Theile M Fig. 417 der Achse gleich; der äußere Durchmesser dagegen stimmt mit dem äußern Umfange des Halses G Fig. 417 überein. Dieser Ring läßt sich öffnen, zu welchem Behuf er bei s mit einem Charnier versehen ist. Auf einer Seite dieses Ringes befinden sich zwei flach ausgehöhlte, mit einander parallel laufende Rillen qq, Fig. 419 und 420, und neben dem Charniere ist ein kleiner schwalbenschwanzförmiger Keil r angebracht, wie aus denselben Figuren zu ersehen ist.

Fig. 421 ist der Längendurchschnitt eines Achsenschenkels in Verbindung mit der Nabe, und seiner Befestigung an derselben. AB ist der Achsschenkel, der der Länge nach vom vordern Ende B bis zu dem Punkte E in der Mitte mit einem Bohrloche versehen ist. CCD ist die Nabe mit der darin befindlichen Büchse, PS der in Fig. 419 und 420 dargestellte Ring in seiner richtigen Lage. qq sind zwei stählerne Stifte oder Dorne, die durch den innern, erweiterten Theil der Büchse gehen und in die Rillen qq des Ringes fallen. WW sind unter rechten Winkeln gekröpfte Blätter oder Winkeleisen, deren einer Arm hinter den Hals H Fig. 417 der Achse faßt; deren anderer aber über die Büchse greift, woran er mit starken Schrauben befestigt wird. Dieser Arm ist von solcher Länge, daß er die Enden der vorhin erwähnten Stifte qq Fig. 421 noch überdeckt, die somit, wenn diese Blätter aufgeschroben sind, in den Rillen ganz fest liegen. uu ist ein Kranz von Leder, der zwischen der Büchse und einem kleinen, an dem größeren Halse H Fig. 417 befindlichen Absatze liegt; dieser Kranz dient zur Dichtung und verhindert das Auslaufen des Oels auch an der innern Seite der Büchse. K ist die schon vorhin erwähnte Schraube, deren Kopf in der Nähe desselben Buchstabens in Fig. 417 liegt. Die Mutter dieser Schraube

Digitized by Google

ist so weit durch die Achse geführt, daß sie mit dem darin befindlichen Bohrloche BE in Verbindung tritt, so daß das in die obere Oeffnung der Mutter gegossene Oel in dem Bohrloche fortläuft, und den zwischen dem Vordertheile B der Achse und dem Boden der Büchse liegenden, etwa 1 Zoll weiten Zwischenraum füllt. Mittelst der dann wieder eingesetzten Schraube K wird das Oel auch auf diesem Wege am Ausfließen gehindert. Wenn das Rad aufgeschoben wird, so gibt man etwas Oel in den Zwischenraum, der zwischen dem Ringe PS und dem größern Halse H bleibt. Der Ring PS ist am Achsschenkel beweglich und dreht sich mit der Büchse, an der er mittelst der Stifte qq befestigt ist, herum und hält so, indem er sich dicht an den Hals G der Achse preßt, das Rad am Achsschenkel fest, was nur dann erst sich wieder davon abziehen läßt, wenn die Blätter WW losgeschroben und die Stifte qq herausgestoßen sind.

Der in der Zeichnung des Ringes Fig. 419 und 420 angegebene Schwalbenschwanz paßt in einen korrespondirenden Ausschnitt der Büchse, so daß, wenn das Rad mit Berücksichtigung dieses Keils aufgeschoben ist, der Ring und die Stifte ganz dicht anschließen.

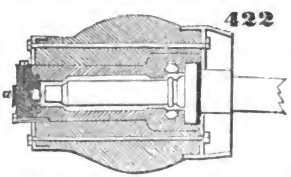
Räder mit dieser Vorrichtung versehen, brauchen nur selten abgenommen zu werden, und können bedeutende Strecken laufen, ohne daß man nöthig hätte, die Büchse mit frischem Oel zu versorgen.

Die aus geschmiedetem Eisen gefertigten Speichen sind rund, und werden bei CC Fig. 418 und 421 in die Nabe geschroben. Der Kranz besteht aus zwei Eisenschienen, die hochkantig in Kreisform ausgeschmiedet sind, und zu beiden Seiten der, zu ihrem bessern Halt mit Schultern versehenen Speichenköpfe angelegt und damit vernietet werden. Der zwischen beiden den Kranz bildenden Ringen bleibende Raum wird mit dünnem Holz ausgefüttert; sodann der, den Kranz überdeckende Reif umgelegt und mit Schraubbolzen und Winkeleisen, die beide Kranzringe umfassen, an diesen befestigt.

Bei diesem Unterwagen ist durchaus keine Holzverbindung irgend einer Art angebracht, und doch kann man annehmen, daß er um $\frac{1}{4}$ leichter ist, als die nach der gewöhnlichen Konstruktion gebauten.

Eine Erfindung von W. Mason, die er sich im Jahre 1827 patentiren ließ, bezweckt den Schenkeln der so genannten Mail-Achsen (an den Postwagen, mails) den erforderlichen Halt oder Druck zu geben, um das Schüttern derselben in den Radbüchsen zu verhindern. Dieß ist theils durch lederne Ringe bewerkstelligt, die in Rillen an verschiedenen Stellen der Büchse angebracht sind, theils durch die Art, den äußern, die Büchse schließenden Kopf aufzuschrauben. Dieser nämlich trifft gegen das Ende des Achsschenkels, und kann durch stärkeres Anziehen jeden beliebigen Druck auf diesen äußern, ohne dabei während des Umlaufens nur im Geringsten nachzulassen.

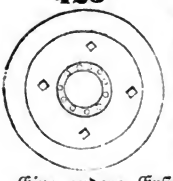
In Fig. 422 ist eine solche Nabenbüchse mit dem darin befestigten Achsschenkel im Durchschnitt dargestellt.



Die Hauptform der Büchse sowohl als der Achse ist die der gewöhnlichen (mail-) Achsen, die einen kleinen Behälter zur Aufnahme des Oels haben. Am Ende der Büchse ist ein Kopf a angesetzt, der mit einem ledernen Blatt oder dünnen Polster versehen ist, das gegen das Ende der Achse drückt. Dieser Kopf, nachdem er gehörig festgeschroben ist, wird in seiner Lage durch einen Stift, oder besser noch durch eine Schraube festgehalten, die durch ihn hindurch in das Ende der eisernen Büchse geht. Fig. 423 zeigt dieses Ende einer solchen Büchse in der vordern Ansicht.

Digitized by Google

423

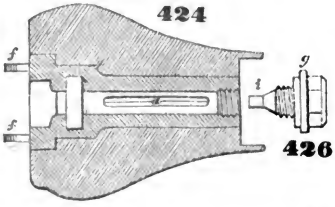


In dem Kopfe a befindet sich eine kleine Röhre, mittelst welcher das Oel in das Innere der Büchse geleitet wird; die äußere Oeffnung derselben wird durch eine Schraube verschlossen, damit das Oel beim Umlaufen des Rades nicht herausfließen kann. Die wesentlichen Theile bei dieser Verbesserung sind: das gegen das Ende der Achse drückende Lederblatt; die Festhaltung desselben mittelst der in das Ende der Büchse geführten Schraube, und die Art und Weise, das Oel in die Büchse zu leiten.

Eine andere Erfindung Mason's, im August 1830 patentirt, eignet sich besonders für Büchsen und Achsen bei der Konstruktion solcher Wagenräder, die mit so genannten mail-Büchsen versehen sind; ein Theil dieser Erfindung läßt sich allerdings auch füglich bei anderen Achsen anwenden.

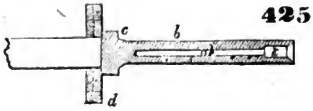
Fig. 424 zeigt die Nabe eines Rades mit der darin befindlichen Büchse für den Achsschenkel; beide im Längendurchschnitt. Fig. 425 ist ein in derselben Richtung genommener Durchschnitt des Achsschenkels, und Fig. 426 stellt den Schraubenkopf mit der Oelbüchse dar, der in den vordern Theil der Nabenbüchse eingeschroben wird. Wenn man sich die einzelnen Stücke zusammengesetzt denkt, d. h. den Achsschenkel in die Büchse geschoben, und den Kopf in den Vordertheil derselben geschroben, so wird der Zweck der verschiedenen Theile leicht verständlich werden.

424



426

425



Die zylindrische Durchbohrung a Fig. 424 in der Nabenbüchse paßt genau zu dem zylindrischen Vordertheil des Achsschenkels, woran sich eine konische Erweiterung schließt, die in eine damit korrespondirende, zur Vermeidung des Schütterns der Achse mit Lederringen gefütterte Aushöhlung der Büchse faßt. Hinter dieser konischen Verstärkung sitzt auf dem innern zylindrischen Theile der Achse ein loser Metallring d, Fig. 425, der nach außen zu durch einen, an der konischen Erweiterung c befindlichen Rand festgehalten wird. Mehrere starke, am Vordertheil mit Schraubengängen versehene Stifte ff, Fig. 424, sind auf der hintern Randfläche der Nabenbüchse eingegossen. Diese Stifte gehen, wenn das Rad aufgeschoben ist, durch in dem Ringe d befindliche Löcher, wodurch das Rad sicher an der Achse befestigt wird, nachdem auf die Köpfe der Stifte f die dazu gehörigen Muttern festgeschroben sind. Der Schraubenkopf g wird sodann in den vordern, offenen Theil h der Nabenbüchse geschroben, und paßt mit seinem konisch verjüngten, in ein kleines Röhrchen i auslaufenden innern Ende in den genau danach ausgearbeiteten Vordertheil des Achsschenkels.

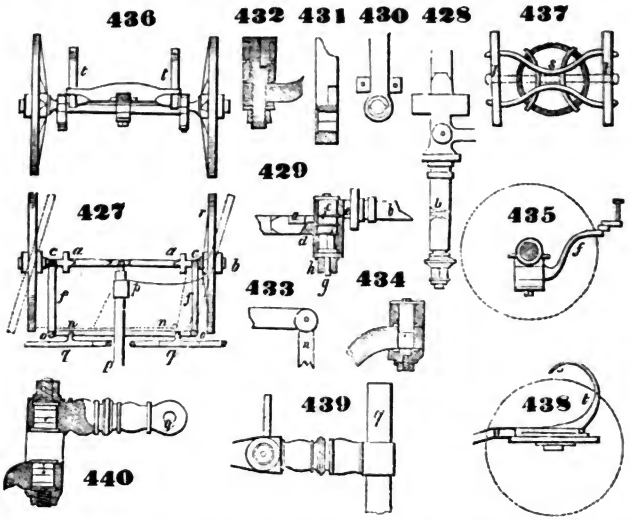
Das Oel ist in dem Kopfe g enthalten, und fließt, wenn die einzelnen Theile zusammengesetzt sind, durch das Röhrchen i in den kleinen zylindrischen Kanal l, der in der Mitte des Achsschenkels ausgebohrt ist, und gelangt nun durch eine, an der Seite der Achse angebrachte kleine Oeffnung in die zylindrische Aushöhlung a der Nabenbüchse. Diese ist auf der inneren Fläche mit mehreren Rillen versehen, in denen sich das Oel sammeln, und die Achse beim Umlaufen des Rades tränken kann. Außerdem

Digitized by Google

iſt auch noch eine kleine Aushöhlung auf der Außenſeite der Achſe für die Leitung des Oels angebracht, damit ſich ſolches möglichſt gleichmäßig auf der Oberfläche und den am meiſten gedrückten Theilen der Büchſe ausbreiten kann.

Dieſe Konſtruktion der Büchſe und Achſe, inſoweit ſie die Zuleitung des Oels betrifft, läßt ſich bei allen Achſen anbringen, derjenige Theil der Erfindung aber, welcher dazu dient, größere Sicherheit in der Befeſtigung des Rades an der Achſe herzuſtellen, iſt beſonders für mail-Achſen berechnet.

Eine andere Verbeſſerung an Fuhrwerken von Maſon, patentirt im Auguſt 1831, wird leicht durch die nebenſtehenden Zeichnungen verſtändlich werden. Fig. 427 iſt der Grundriß von der vordern Mittel-Achſe a a



eines vierrädrigen Wagens, an deren Enden ſich die Achsſchenkel b b befinden. Fig. 428 iſt ein Theil dieſes Grundriſſes nach größerem Maßſtabe, und Fig. 429 in demſelben Maßſtabe ein Aufriß, oder eine Seitenanſicht von einem Ende der Mittelachſe, an der ſich eine Collinge'ſche Achſe befindet. Die Verbindung iſt durch den zylindriſchen Dorn oder Bolzen e hergeſtellt, der durch die Achſe und eine, am vordern Ende der Mittelachſe befindliche, damit korreſpondirende Höhlung oder Büchſe d geht, wie es noch deutlicher aus der Fig. 430 und dem dazu gehörigen Durchſchnitt Fig. 431 zu erſehen iſt.

Die Achſe b (Fig. 429) iſt am Ende e feſt mit dem Obertheil des Bolzens e verbunden, an deſſen unterem, viereckig geſtalteten Theile ebenfalls auch die Streitſtange f (Fig. 427) befindlich iſt, die ihren Halt durch die Schraube g und die dazu gehörige Mutter h erhält, wie es Fig. 429 und der Durchſchnitt Fig. 432 zeigt. In den Theilen a, b und f ſind kleine Einſchnitte oder Rillen angebracht, in denen ſich Lederringe befinden, die das Oel am Ausfließen verhindern. Dieſes wird durch ein kleines, in der Mitte von e liegendes, ſenkrechtes Röhrchen — Fig. 432. — deſſen

Digitized by Google

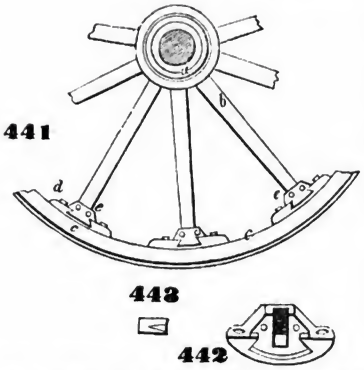
obere Oeffnung durch eine Schraube zu verschließen ist, eingegossen und durch einen Seitenarm, der von dem Boden des Röhrchens in eine, rings um die innere Fläche des Zylinders laufende Rille geleitet wird, so wie durch zwei, der Länge nach laufende Ritzen oder Röhrchen, die in den Fig. 430 und 431 zu sehen sind, auf der Oberfläche des Zylinders c verbreitet. Die Streitstange f ist unter rechten Winkeln an dem Achsschenkel b befestigt (Fig. 428), und bewegt sich frei in der zylindrischen Aushöhlung d, die zur Aufnahme des einen Endes der eisernen Mittelachse a eingerichtet ist. Auf gleiche Weise ist das innere Ende des Achsschenkels b mit der Mittelachse verbunden. Die vorderen Enden der Streitstangen f, f sind an dem Steifschwengel nn Fig. 427 auf folgende Weise befestigt: Fig. 433 ist nach vergrößertem Maßstabe der Grundriß und Fig. 434 ein Durchschnitt der Verbindung bei o in Fig. 427. In dem Steifschwengel ist ein zylindrischer Bolzen o sicher befestigt; an dem untern Theile desselben sitzt die Streitstange f, jedoch so, daß sie sich daran drehen läßt, und wird durch eine Schraube und die dazu gehörige Mutter festgehalten. Das Oel wird dem untern Theile des Bolzens o auf ähnliche Weise wie die bereits beschriebene zugeleitet; ebenso wird auch das Ausfließen desselben durch zwei Lederringe verhindert. Die Deichselscheere wird auf dieselbe Art, wie es vorhin bei den übrigen Theilen angegeben ist, an der Mittelachse und dem Steifschwengel befestigt; dasselbe ist auch mit den Schwengeln qq, Fig. 427, der Fall. Fig. 435 ist eine Seitenansicht dieser Theile. Die Vorderräder sind wie gewöhnlich mit gußeisernen Büchsen versehen. Die punktirten Linien Fig. 427 zeigen die Wirkung der Deichsel bei ihrer Drehung auf den Steifschwengel n, die sich auf die Räder rr erstreckt, indem der Steifschwengel durch die Streitstangen f, f mit den Achsschenkeln bb in Verbindung steht.

Die Achse kann — wie es gewöhnlich geschieht, und wie es durch punktirte Linien in der Ansicht der Rückseite Fig. 436 angegeben ist — durch den Schemel bedeckt werden; auf diesem sind dann das Reibscheit s, so wie die vordern Federn tt, Fig. 436, 437 und 438, in geeigneter Weise sicher zu befestigen. In manchen Fällen kann es zweckmäßig sein, den Bolzen o in dem Steifschwengel n fest zu machen, so wie es in den Fig. 439 und 440 gezeigt ist. Die Schwengel qq und die Streitstangen ff drehen sich dann frei oben und unten auf dem Bolzen und werden in ihrer Lage durch Schrauben und dazu gehörige Muttern festgehalten. Auch hier wird das Oel wieder durch kleine Röhrchen, die in beide Enden des Bolzens gebohrt sind, eingebracht und durch Lederringe zurückgehalten.

Der Ingenieur Gibbs und der Wagenbauer Chaplin erhielten im im Jahre 1832 ein Patent auf die Konstruktion eines vierrädrigen Wagens, der im Stande ist, in einem verhältnißmäßig sehr kleinen Kreise gewendet zu werden, was dadurch möglich wird, daß die Achsen sämmtlicher vier Räder in demselben Augenblicke verschiedene Richtungen erhalten. Dieses wird dadurch bewerkstelligt, daß jedes Rad auf einer für sich allein bestehenden Achse läuft, und daß die freien Enden der vier Achsen mit der Deichsel und dem Steifschwengel des Wagens durch gegliederte Stangen oder Ketten in Verbindung stehen.

W. Howard hat sich im Februar 1830 eine Erfindung patentiren lassen, die den Zweck hat, die Enden der Radspeichen an dem Kranze sicherer als auf die gewöhnliche Weise zu befestigen. Fig. 441 zeigt einen Theil eines, nach dieser neuen Methode konstruirten Rades; a ist die hölzerne Nabe; bb die hölzernen Speichen, die auf die gewöhnliche Weise in die Nabe gesetzt sind; cc der Kranz, der im Ganzen aus Schmiedeeisen gefertigt wird; d und e sind Schuhe von Gußeisen, um die Enden der Speichen aufzunehmen, und haben ihre Befestigung mittelst Bolzen auf der innern Peripherie des Kranzes. Von dem Schuhe d ist die Kappe abgehoben, um

Digitized by Google

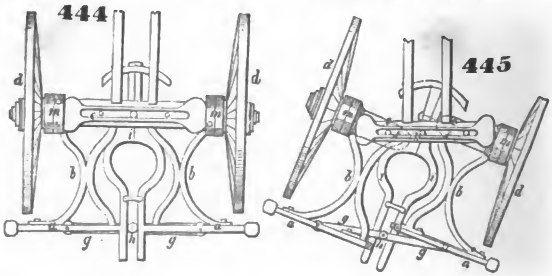


das Innere desſelben zeigen zu können; ee dagegen haben ihre Kappen, ſo wie ſie erſcheinen, wenn die Speichen eingeſetzt ſind. Fig. 442 iſt die Zeichnung einer abgenommenen Kappe in vergrößertem Maßſtabe, woraus man erſehen kann, daß das Ende der Speichen von der Seite in den Schuh geſetzt wird. Der Erfinder gibt an, daß das Ende der Speiche nicht ganz bis an das Ende des zur Aufnahme derſelben in dem Schuhe befindlichen Ausſchnittes reichen ſoll. Der dadurch unter der Speiche entſtehende Raum wird wird mit einem Pflocke von hartem Holze ausgefüllt, in deſſen Mitte ein kleiner eiſerner Keil eingeſetzt iſt (ſ. Fig. 443); die Backe des Schuhes hat eine Oeffnung, um den Pflock ſo weit wie nöthig hindurch treiben zu können, der dann an der Außenſeite dicht an der Backe abgeſchnitten wird. Sodann wird die loſe Backe des Schuhes aufgelegt und mit der feſtſtehenden durch zwei an den Seiten des Speichenendes angebrachten Stiften oder Schrauben ee verbunden, ſo daß dann der Speichenkopf zwiſchen dieſen beiden Backen dicht eingeklemmt liegt und mit Hülfe des erwähnten Pflockes oder Keils eine bedeutende Feſtigkeit erhält und eine Lockerung der Speichen durch die beim Umlaufen der Räder entſtehende Erſchütterung gar nicht zu fürchten iſt*).

Der Umfang des Rades iſt wie gewöhnlich durch einen Reif geſchützt, der entweder in einzelnen Schienen umgelegt und mit dem Kranze durch Bolzen verbunden werden kann, oder in einem Stücke geſchmiedet, und während er noch heiß iſt, auf die gewöhnliche Weiſe aufgeſetzt wird.

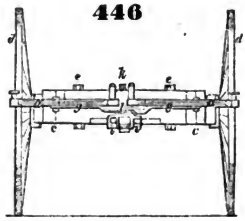
Reedhead's verbeſſerte Konſtruktionen bei Fuhrwerken, worauf er ſich im Juli 1833 patentiren ließ, ſind in den nachſtehend beſchriebenen Figuren angegeben.

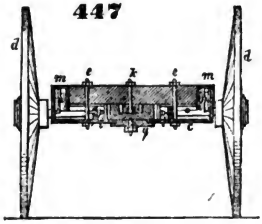
Fig. 444 iſt der Grundriß vom Vordertheil eines Unterwagens, und

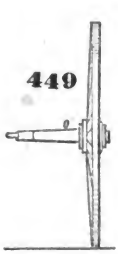


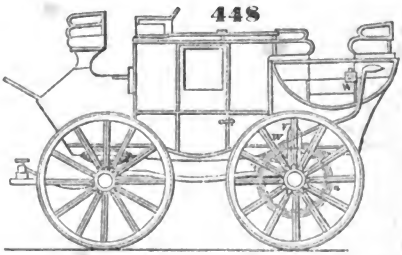
*) Zwar geht das Weſentliche der Einrichtung aus dem Obigen hervor; aber die Beſchreibung ſcheint uns weder völlig klar, noch mit den Zeichnungen ganz übereinſtimmend zu ſein. Anm. der Beard.

zeigt die Räder in ihrer Lage, wenn sie in gerader Richtung fortlaufen; Fig. 445 ist dieselbe Zeichnung, jedoch mit dem Unterschiede, daß die Räder in der Lage angegeben sind, die sie bei einer Wendung des Wagens erhalten. Fig. 446 ist die zu Fig. 444 gehörige vordere Ansicht und Fig. 447 ein damit korrespondirender Durchschnitt durch die Mitte der Vorderachsen. Fig. 448 ist die Seitenansicht eines vollständigen Post-





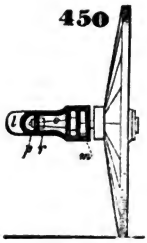




wagens mit den dabei angebrachten Reedhead'schen Verbesserungen. aa sind zwei Steifschwengel, an deren Enden die Stränge angeknüpft werden. Diese Schwengel sind durch doppelte gebogene Eisen bb mit zwei kurzen Achsen, oder eigentlich Achsbüchsen cc, die die Achsschenkel der Vorderräder dd enthalten, verbunden und drehen sich auf vertikalen Bolzen ee, welche durch die Vorderachse f gehen. Dadurch nun, daß die Schwengel mit den Achsbüchsen mittelst der gedachten Eisen bb in Zusammenhang gebracht sind, theilt sich auch jede Bewegung, die beim Fortziehen des Wagens von den Pferden auf jene hervorgebracht wird, diesen in gleichem Grade mit, wie es aus Fig. 445 zu ersehen ist. Damit sich beide Räder mit ihren Achsen und Achsbüchsen nebst den Schwengeln ganz gleichzeitig bewegen, sind die letzteren in ihrer Mitte durch Zapfen mit den Enden des Hebels gg verbunden, der wieder an der Deichselscheere i durch eine Angel oder Pinne h befestigt ist. Die Scheere dreht sich um einen, durch die Hauptachse f gehenden Dorn k und folgt den Bewegungen der Deichsel.

Die Achsen oo sind in den Radnaben sicher befestigt, wie es aus der Seitenansicht eines einzelnen Rades Fig. 449 zu ersehen ist und sind mit den Achsbüchsen auf folgende Weise verbunden. Die Achsbüchsen, welche, dem Zwecke nach, kurzen Achsen entsprechen, sind von Eisen, und bestehen aus einer Haupt- oder Bodenplatte l, die die Fig. 447 und 450 am deutlichsten zeigen. Auf dieser Platte befinden sich kleine Kammern mm, welche zwei Friktions-Rollen nn enthalten, die auf kleinen, durch die Seiten- und Scheidewände der Kammern geführten Achsen laufen. Diese Rollen drücken auf die zylindrischen Theile der Achse o

Digitized by Google



bei jedem Rade und tragen das Gewicht des Oberwagens; p ist eine, auf der Platte l der Achsbüchse sicher befestigte Stütze, worauf das Ende des Achsschenkels o ruht, der zu seiner Befestigung in der Büchse einen Ansatz hat, womit er sich gegen die äußere Seite der so eben erwähnten Stütze lehnt, am äußersten Ende aber mit Schraubengängen versehen ist, worauf eine Mutter gegen die innere Seite dieser Stütze geschroben wird. ee sind die vorhin gedachten vertikalen Bolzen, um welche sich die Mittelachse dreht, wenn die Vorderräder unterlaufen. Diese Bolzen sind sowohl an der Platte l als auch an den Seiten der Büchse sicher befestigt, sind im Innern der Büchse erweitert, und haben eine Oeffnung, durch welche der Achsschenkel geht. Fig. 450 ist der Grundriß eines Vorderrades mit dazu gehöriger Achse und Achsbüchse; das Rad und die Achse ohne die Büchse sieht man in Fig. 449. An der Unterseite der Hauptachse ist ein Stück q befestigt, worauf die Enden der Platten l ruhen; durch diese Vorrichtung erhalten die Bolzen ee merkliche Erleichterung von dem Drucke, dem sie sonst widerstehen müßten. Bei den Achsen der Hinterräder ist dieselbe Vorrichtung angebracht, als die eben bei den Vorderrädern beschriebene, jedoch — da sie nicht unterlaufen — mit dem Unterschiede, daß die Platten ll an der Unterseite der hintern Achsen mit Mutterschrauben befestigt sind. An den Achsbüchsen sind kleine, zum Oeffnen eingerichtete Klappen angebracht, um die Muttern und Hälse am Träger p abschrauben und so die Räder aus den Büchsen ziehen zu können. Wenn es erforderlich sein sollte, so lassen sich leicht auch an dem Untertheile der Platte l kleine Behälter mit Friktionsrollen anbringen, worauf das Ende der Achse dann ruht, um somit dem Träger p Erleichterung zu geben.

Um den raschen Lauf des Wagens beim Bergabfahren aufzuhalten, ist an einem der Hinterräder mittelst Klammern oder auf ähnliche einfache Weise ein ausgezahntes Hemmrad befestigt; a, Fig. 448, ist ein offener Ring oder eine Feder, die das Hemmrad umschließt. Das eine Ende dieser Feder ist in dem Pfosten v auf der Hinterachse befestigt, das andere ist durch ein Charnier mit dem kürzern Ende des Hebels w verbunden, dessen Bolzen in dem Pfosten v sitzt. Dieser Hebel ist aufwärts gebogen und bis zu dem Hintersitze des Wagens verlängert, so wie es Fig. 448 zeigt, damit er im Bereiche des Kondukteurs oder des, den Hintersitz einnehmenden Passagiers ist. Um nun den Wagen beim Durchgehen der Pferde, oder beim Bergabfahren zu hemmen, wird der längere Hebelarm herabgedrückt, wodurch sich der kürzere hebt, die damit verbundene Feder a straff anzieht, und auf den Umkreis des Hemmrades preßt, dessen Zähne sich dann gegen die Speichen des Wagenrades legen, und dessen Umlauf verhindern. Das Hemmrad läßt sich anstatt am Hinterrade, auch eben so wohl am Vorderrade anbringen, in welchem Falle denn der Hebel zur Seite des Kutschbockes heraufgeleitet werden müßte, um vom Kutscher regiert werden zu können; damit das Unterlaufen der Räder nicht gehindert wird, erhält der Pfosten, woran sich der Hebel dreht, einen Zapfen, auf dem er sich bewegt. Es darf nicht außer Acht gelassen werden, daß bei dieser verbesserten Konstruktionsweise, und namentlich bei der Art des Unterlaufens der Räder, viel größere Vorderräder als gewöhnlich sich anwenden lassen, und daß die Steifschwengel immer rechtwinkelig gegen die Stellung der Pferde, während sie ziehen, gerichtet bleiben, wodurch diese bedeutende Erleichterung erhalten und immer gerade und gleichmäßig ziehen können.

Ein offenbarer Mangel bei allen vierrädrigen Wagen ist der verhältnißmäßig geringe Durchmesser der Vorderräder, wodurch eine sehr bedeutende Friktion hervorgebracht wird. Dieser Mangel besteht, seit Wal-

Digitized by Google

ther Rippon „die erste hohle sich drehende Kutsche mit Pfeilern und Bögen für Ihre Majestät die Königin Marie“ baute, bis zu der Aera der Eisenbahnen, als unsere Mechaniker diesem Mangel abhalfen, indem sie die vier Räder gleich hoch machten, was ihnen jedoch nur auf Kosten eines andern, höchst wesentlichen Umstandes möglich wurde, indem sie dem Wagen die Eigenschaft, sich wenden zu lassen, nahmen, wodurch eine sehr beträchtliche Seiten-Friktion entstand. Hieraus entspringt eine Reihe sehr übler Folgen: nothwendig erhöhte Stärke der Wagen und folglich vermehrtes Gewicht derselben, danach verstärkte Kraft und zunehmendes Gewicht der Lokomotiven; in Folge dessen wieder stärkere Schienen und größere Festigkeit der Bahnen.

Jener oben erwähnte Mangel ist endlich durch eine patentirte Erfindung von William Adams — Autor des Werkes: Englische Luxus-Wagen — beseitigt. Das Wesentliche dieser Erfindung besteht darin, daß der Reihnagel nicht, wie es gewöhnlich geschieht, über die Vorderachse kommt, sondern in einer angemessenen Entfernung zwischen der Vorder- und Hinter-Achse angebracht wird, so daß beim Wenden des Wagens die Vorderräder anstatt wie gewöhnlich sich unter dem Oberwagen zu drehen, an der Außenseite wenden und der Kutschbock sich mit ihnen dreht.

Auf diese Weise bleibt dem Kutscher bei allen Stellungen des Wagens eine vollkommene Gewalt über seine Pferde, wohingegen bei der gewöhnlichen Art der Kutscher in steter Gefahr schwebt, beim Wenden durch ein scheues Pferd vom Bocke geschleudert zu werden. Ein nach Adam's Vorschlag gebauter Wagen kann selbst im raschesten Lauf um eine Ecke gebogen werden, ohne daß irgend eine Gefahr des Umwerfens zu befürchten stände; da bei allen Stellungen des Wagens sein Gewicht immer gleichmäßig auf den Achsen vertheilt bleibt. Es ist bekannt, daß das Umwerfen der Postkutschen am häufigsten beim Umbiegen um eine Ecke Statt findet, wobei die Geschwindigkeit das Fuhrwerk noch in gerader Linie forttreibt, während die Pferde bereits in einer anderen Richtung ziehen. Bei der neuen Construktion können die Vorderräder in gleicher Höhe mit den Hinterrädern, oder in jeder andern andern beliebigen Höhe gemacht werden; dabei kann der Oberwagen so tief heruntergehen, als es nur immerhin erforderlich wird. Zwei wesentliche Umstände, die bisher unvereinbar schienen, sind nun vereinigt: hohe Räder und ein tief liegender Schwerpunkt. Diese Wagen sind daher außerordentlich sicher, während die Friktion dabei auf das Minimum reduzirt ist. Das Prinzip in seinen verschiedenen Modifikationen läßt sich bei jeder Art von Wagen anbringen, sowohl bei solchen, die nur den einfachen Nutzen bezwecken, als auch bei solchen, wo Schönheit der Form und Eleganz des Aeußern Haupterfordernisse sind.

Ein anderer höchst wichtiger Theil von Adam's Erfindung ist seine neue Art der Aufhänge-Federn, wobei er, um den üblen Einwirkungen des Stoßens der Wagen vorzubauen, das Prinzip des Bogens und der Sehne anwendete. Alle bis dahin bei Fuhrwerken in Gebrauch gewesenen Federn sind Friktions-Federn, die nicht nur unsicher in ihrem Dienst, sondern auch einer frühen Zerstörung durch den Rost unterworfen sind. Die Adams'schen Federn bestehen aus einzelnen Platten oder Blättern, deren beide Enden zusammenstoßen, wobei alle Friktion aufgehoben wird; sie besitzen einen hohen Grad von Elastizität und können leicht mittelst eines Farbe-Anstriches gegen das Rosten gesichert werden. Adams hat verschiedene Arten dieser Federn vorgeschlagen, so daß man sie einfach oder doppelt, über oder unter der Achse anbringen kann. Ein wesentlicher Vorzug bei der Adams'schen Einrichtung ist, daß durch die Befestigung der Achse an den biegsamen Bändern oder Spangen das Stoßen, welches die Räder sowohl seitwärts, oder vertikal, als auch in fortschreitender Richtung hervorbringen, vollkommen aufgehoben wird, ohne daß

Digitized by Google

dabei das unangenehme Schwingen zu bemerken ist, welches bei den gebogenen, oder sogenannten C-Federn sich nicht wohl vermeiden läßt.

Die Vorzüge dieser Wagen lassen sich folgenderweise zusammenfassen: bedeutende Verringerung des Gewichts; Abnahme des Widerstandes beim Ziehen (etwa um $^1/_3$); größere Sicherheit der Fahrenden; vermehrte Dauerhaftigkeit des Fuhrwerks; Vermeidung des starken Geräusches, des Schütterns und Schwingens; endlich größere Wohlfeilheit sowohl bei der ersten Ausgabe, als auch bei der Unterhaltung.

Das größere Publikum läßt sich bei der Auswahl eines Wagens nur zu sehr von der Modelaune leiten, als daß es den bisher gemachten, wesentlichen Verbesserungen irgend eine Aufmerksamkeit schenken sollte. Solche aber, denen man ein richtiges Urtheil in dieser Beziehung zusprechen muß, haben den praktischen Nutzen der Adams'schen Verbesserungen völlig bestätigt gefunden.

Fustian (Fustian). Die Engländer bezeichnen mit diesem generischen Namen verschiedene baumwollene Zeuge, unter welchen auch der glatte Barchent mitbegriffen ist. Die unter den Spezialbenennungen Corduroy, Velverett, Velveteen und Thicksett vorkommenden Stoffe gehören sämmtlich zum Fustian, von welchem mehrere Arten bei uns unter dem Namen Manchester bekannt sind.

Der glatte Barchent (pillow) ist ein geköpertes Gewebe, zu dessen Verfertigung ein Stuhl mit vier, seltener mit fünf Schäften angewendet wird. Hiervon unterscheidet sich der rauhe Barchent dadurch, daß die rechte Seite desselben mit Karden oder Kratzen aufgekratzt ist. Moleskin ist ein feiner dichter, geschorner und gefärbter rauher Barchent.

Die verschiedenen Arten des eigentlichen Fustians oder Manchesters (welche auf einem Stuhle mit 4 bis 6 Schäften und 4 bis 8 Tritten gewebt werden) sind theils glatt, theils nach Art des Sammtes mit einem kurzen aufrecht stehenden Haare versehen. Letzteres wird dadurch erzeugt, daß nach dem Weben ein Theil der Eintragfäden aufgeschnitten und der Stoff noch überdieß aufgekratzt wird. Der Einschlag des Manchesters erfüllt nämlich einen doppelten Zweck. Zum Theil verbindet er die Kettenfäden mit einander, um das (bald glatte, bald geköperte) Grundgewebe zu bilden; zum Theil läuft er auf eine solche Art durch die Kette, daß lauter parallele Längenstreifen entstehen, in welchen der Einschuß über drei oder mehreren (und zwar in jedem Streifen über den nämlichen) Kettenfäden freiliegend hingeht. Diese freiliegenden Theile des Einschlages sind es, welche aufgeschnitten werden. Man verrichtet diese Arbeit auf einem ungefähr 6 Fuß langen Tische, welcher an jedem Ende eine Walze hat. Auf der einen Walze ist der Stoff vor der Bearbeitung aufgerollt; die zweite ist bestimmt, ihn nachher aufzunehmen, so daß jedes Mal ein ausgebreiteter Theil von der Länge des Tisches der Bearbeitung unterzogen wird.

Das Ausschneiden (Reißen) geschieht mittelst eines Werkzeuges von folgender Beschaffenheit. Es ist ein Stahlstängelchen von etwa 2 Fuß Länge und $^3/_4$ Zoll im Quadrat dick. An einem Ende befindet sich ein viereckiges Heft; das andere Ende läuft in eine papierdünne spitzige Messerklinge aus. Ein vorn zugespitzter Rücken, womit der untere Rand der Klinge versehen ist, gibt derselben die nöthige Steifigkeit, und verhindert sie, in das Grundgewebe des Stoffes einzuschneiden, auf welchem sie fortbewegt wird. Die arbeitende Person faßt das Heft mit der rechten Hand, schiebt die vorspringende Spitze des erwähnten Rückens unter die Einschlußfäden ein, und stößt das Werkzeug rasch durch die ganze Länge von 6 Fuß vorwärts, mit einer gewissen geschickten Bewegung der Schulter und der rechten Seite, während der Körper wie beim Fechten auf dem linken Fuße balanzirt wird. Dieses Verfahren wird nach der Reihe mit allen den einzelnen Streifen vorgenommen.

Digitized by Google

Zunächst wird nun der Stoff in warmem Wasser eingeweicht, um die Weberschlichte aufzuweichen; hierauf gespült, getrocknet und auf einer Maschine aufgekratzt.

Das Wasser zum Einweichen wird durch Dampf geheitzt. Das Spülen wird mittelst eines rasch umgedrehten Haspels, unter Zuleitung eines Stromes von kaltem Wasser, bewirkt und eine Stunde oder länger fortgesetzt.

Die Maschine zum Aufkratzen des Haares besteht aus hölzernen Walzen, welche mit reibeisenartig aufgehauenem Weißbleche überzogen sind, und aus hölzernen Blöcken, deren konkave Unterseite mit Kratzen (wie die, welche man zum Krempeln der Baumwolle gebraucht) bekleidet ist. Diese Blöcke schieben sich in der Richtung der Walzenachsen hin und her, indeß der Stoff über die Walzen fort bewegt wird. 20 bis 30 Stück, jedes von 80 Yards Länge, können in einer Stunde aufgekratzt oder gerauht werden.

Der gekratzte Fustian wird nun durch Hinziehen über einen glühenden eisernen Zylinder gesengt (s. Sengen); wieder auf der Maschine gekratzt, dann zum zweiten Male gesengt. Oft wird das Kratzen und Sengen auch noch zum dritten und vierten Male wiederholt, bis der Stoff glatt und glänzend erscheint.

Sodann folgt das Bleichen durch Einlegen in eine Chlorkalkauflösung, und das Färben. Die Appretur wird durch Leimwasser gegeben, worauf man die Trocknung durch eine Maschine bewirkt, welche aus metallenen mittelst Wasserdampf geheizten Zylindern besteht.

Fustik (Fustet, fustic). Das Holz von Rhus cotinus; enthält einen wenig haltbaren gelben Farbstoff, und wird in der Färberei angewandt.

G.

Gagat (Jet, Jaïet) oder Pechkohle, eine Varietät der Braunkohle, die sich besonders ausgezeichnet in dem Thale Hers des Arrondissements Pamiers, im Departement de l'Arriège findet, und schon seit undenklichen Zeiten zu kleinen Schmucksachen, als Ohrgehängen, Perlen, Knöpfen, Kreuzen, Rosenkränzen, Armbänderu u. dgl. verarbeitet wird. Der glänzend schwarzen Farbe wegen nehmen sich diese Sachen recht artig aus, und wurden besonders früher von den Frauenzimmern, zumal beim Trauern, häufig getragen. Die Bearbeitung des Gagats geschieht theils auf Schleifsteinen, die sich horizontal drehen, und dabei beständig naß gehalten werden; theils auf der Drehbank oder mit der Feile.

Vor etwa 40 Jahren beschäftigte diese Fabrikation an 1000 bis 1200 Menschen, gegenwärtig nur noch etwa 60, wovon der Grund wohl darin liegt, daß es gegenwärtig gelungen ist, den Gagat durch schwarzes Glas nachzuahmen, welches ihn nicht nur im Glanze übertrifft, sondern seiner viel größeren Härte wegen den Glanz weit länger unverändert behält.

Gährung (Fermentation). Das Wort „Gährung" wird in der Chemie theils in allgemeinem, theils in engerem Sinne gebraucht. Im weitern Sinne versteht man darunter alle bei organischen Körpern eintretenden Entmischungs-Prozesse, wenn man jene Körper, dem Einflusse der Luft mehr oder weniger dargeboten, längere Zeit sich selbst überläßt. Im engeren Sinne dagegen zwei derartige Zersetzungs-Prozesse, die der dabei entstehenden Produkte wegen, sowohl wissenschaftlich, wie auch technisch von besonderem Interesse sind, nämlich die Wein- oder geistige und die Essig- oder saure Gährung. Der vorliegende Artikel kann sich auf diese beiden Arten der Gährung beschränken, indem das Nöthige

Digitized by Google

über andere Gährungs-Prozesse theils von keinem technischen Interesse ist, theils auch in dem Artikel „Fäulniß“ vorkommt. Dagegen mag ein sehr merkwürdiger Zersetzungs-Prozeß, der zwar eigentlich nicht als eine Gährungsart angesehen werden kann, der aber zu der Weingährung in einer sehr nahen Beziehung steht, hier zur Erörterung kommen, nämlich die so genannte Zuckergährung; und da diese sehr häufig der Weingährung vorausgeht, so machen wir mit ihr den Anfang, und schicken nur die allgemeine Bemerkung vorher, daß Zucker und Stärkemehl die eigentlichen Hauptmaterialien für die in Rede stehenden Gährungserscheinungen sind. Die Weingährung besteht in einer Umwandlung von Zucker in Weingeist und Kohlensäure. In vielen Fällen, so bei der Gährung des Traubensaftes und anderer süßer Fruchtsäfte, ist der nöthige Zucker in diesen Säften bereits vorhanden, in anderen, und zwar nicht minder häufig vorkommenden Fällen, so bei der Bierbrauerei und der Branntweinbrennerei, wobei Getreidekörner oder Kartoffeln das rohe Material liefern, ist nicht Zucker, sondern Stärkemehl vorhanden. Soll aber dieses letztere der Weingährung unterliegen, so muß es zuvörderst in Zucker umgewandelt werden, und eben dieser Prozeß ist es, den man mit dem Namen „Zuckergährung“ belegt hat. Also

1) die so genannte Zuckergährung, bestehend in der Einwirkung einer eigenthümlichen Substanz, der Diastase, welche sich in gekeimten Getreidekörnern (Malz) vorfindet, auf das Stärkemehl. Die Eigenschaften dieses merkwürdigen Körpers sind in dem Artikel „Diastase“ nachzusehen, so wie auch in dem Artikel „Dextrin“ schon der Wechselwirkung zwischen Diastase und Stärke erwähnt ist. Bei der Ausführung dieses Prozesses im Großen wird niemals die Diastase in reinem isolirten Zustande, sondern stets das ganze Malz in Anwendung gebracht, in welchem außer Stärke und Diastase und dem noch unveränderten Kleber, bereits eine gewisse Menge von Zucker enthalten ist, der sich während des Keimungs-Prozesses bildete.

Wenn Stärkemehl-Körner bei gewöhnlicher Temperatur mit einer Auflösung von Diastase oder mit Malzinfusion zusammengebracht werden, so findet nicht die geringste Einwirkung Statt. Wird die Stärke vorher zu Kleister gekocht, und dieser nach dem Erkalten mit Malz vermischt, so erleidet er ebenfalls eine kaum bemerkliche Aenderung. Sehr auffallend dagegen ist die Einwirkung, welche Stärkekleister bei höheren Temperaturen durch Malz erleidet. Setzt man zu einem sehr konsistenten Stärkekleister bei einer Temperatur von etwa 70° bis 75° C. äußerst wenig Malzinfusion, so wird er fast augenblicklich so dünnflüssig wie Wasser, und die Stärke ist jetzt größtentheils in Dextrin verwandelt. Unterhält man die Temperatur auf derselben Höhe mehrere Stunden lang, so wird die Flüssigkeit sehr süß, und enthält nun außer einem Rückstande von Dextrin, der sich, wie es scheint, nie ganz vermeiden läßt, Stärkezucker. Die Menge des Malzes kann etwa $\frac{1}{4}$ von der der Stärke betragen. Wendet man aber reine Diastase an, so reicht eine erstaunlich kleine Menge davon hin, um die bezweckte Wirkung hervorzubringen. Nach Payen und Persoz, welche die Diastase entdeckt haben, reicht ein Gewichtstheil derselben hin, um 1000 bis 2000 Theile Stärkemehl in Zucker zu verwandeln. Man hat bereits angefangen, solchen Malzzucker im Großen darzustellen, indem man die Flüssigkeit, wenn sie den höchsten Grad der Süße angenommen hat, vorsichtig bis zur Syrupkonsistenz eindampft. Da die Abscheidung der reinen Diastase aus dem Malz mit Schwierigkeiten und Kosten verknüpft ist, so kann die Darstellung von Malzzucker im Großen nur mit rohem Malz vorgenommen werden, welches dem Zucker einen, zwar keineswegs unangenehmen, aber doch eigenthümlichen Nebengeschmack ertheilt; wodurch er für die meisten Zwecke des gemeinen Lebens nicht wohl brauchbar ist. Dazu kommt, daß der Malzzucker, so wie überhaupt der Krümel- oder Traubenzucker, zu welchem er gehört, etwa $2\frac{1}{2}$ Mal schwächer süßt, als der Rohrzucker, und daher, wenn er auch zu einem

Digitized by Google

bedeutend niedrigeren Preise in den Handel gebracht werden könnte, doch schwerlich mit dem letzteren die Konkurrenz bestehen würde.

Malz oder Diastase ist inzwischen nicht die einzige Substanz, welche die Umwandlung der Stärke in Zucker zu bewirken vermag. Auch der Kleber der ungemalzten Getreidekörner zeigt eine ähnliche, wiewohl ungleich schwächere Wirkung.

Ueber die Zuckerbildung aus Stärke, Gummi und anderen Substanzen mittelst Schwefelsäure ist der Artikel „Zucker" nachzusehen.

Worin aber bei diesen Zuckerbildungs-Prozessen der eigentliche chemische Vorgang bestehen möge, ist ein bis jetzt noch ungelöstes Problem, und die darüber aufgestellten Vermuthungen können füglich übergangen werden.

2) Die Weingährung, deren hauptsächlichster Charakter in der Entstehung von Weingeist oder Alkohol liegt, und von welcher alle geistigen, berauschenden Getränke ihren Ursprung herleiten. Sie tritt bei mehreren zuckerhaltigen Pflanzensäften von selber ein, so namentlich bei dem Traubensaft, während sie bei anderen, z. B. der Bierwürze und Branntweinmaische, durch künstliche Mittel eingeleitet werden muß.

Die bei der Weingährung eintretenden Erscheinungen bestehen in Folgendem: Die anfänglich klare Flüssigkeit trübt sich allmälig unter Ausscheidung feiner Flöckchen, welche an Größe und Menge zunehmen und bald in eine auf- und absteigende Bewegung gerathen. Betrachtet man die Erscheinung näher, so bemerkt man deutlich, daß das Aufsteigen der Flöckchen von feinen Luftbläschen herrührt, die sich an sie anhängen, und sie mit in die Höhe ziehen, sich an der Oberfläche der Flüssigkeit lostrennen, und das Flockchen langsam wieder herabsinken lassen. Ein guter Theil der Flocken bleibt an der Oberfläche und bildet hier mit jenen Gasbläschen, die sich zu größeren Blasen vereinigen, einen mehr oder weniger starken Schaum. Während dieses Vorganges steigt die Temperatur der gährenden Flüssigkeit um mehrere Grade über die der umgebenden Luft, und zwar um so höher, je lebhafter die Gährung vor sich geht. Nach Verlauf einer gewissen Zeit, die nach den Umständen sehr verschieden sein, und zwischen wenigen Tagen und mehreren Monaten variiren kann, hören die beschriebenen Erscheinungen allmälig auf, die Flüssigkeit klärt sich, indem sich die Flocken als Hefe größtentheils am Boden des Gefäßes, zum Theil aber auch auf der Oberfläche ansammeln. Der süße Geschmack ist verschwunden und statt desselben ein weinartiger Geschmack zum Vorschein gekommen.

Die Erscheinungen beim Gähren der Bierwürze werden von Black in seinem Treatise on Brewing folgendermaßen beschrieben:

Es lassen sich, wenn die Gährung regelmäßig verläuft, fünf Perioden unterscheiden. In der ersten bemerkt man eine rahmartige Substanz, die sich in der Nähe des Randes auf der Oberfläche der gährenden Würze ansammelt, und sich von hier allmälig bis zur Mitte hin ausbreitet, bis die ganze Oberfläche damit bedeckt ist. In der zweiten erhebt sich dieser schaumige Rahm zu einer blumenkohlartig anschwellenden, körnigen Masse, die ebenfalls die ganze Oberfläche bedeckt, und nach deren Stärke und Gesammtansehen der Brauer mit ziemlicher Sicherheit vorhersehen kann, wie sich die ganze Gährung im ferneren Verlaufe verhalten wird. In dieser Periode tritt schon der eigenthümlich weinartige Geruch (the stomach) hervor, der im Verlauf der Gährung immer stärker wird, und dem erfahrenen Brauer ein gutes Merkmal zur Beurtheilung der Gährung abgibt.

In der dritten Periode erhebt sich die schaumig hefige Decke in der Mitte des Bottigs zu einem höheren Berge. Das darauf folgende allmälige Sinken des Berges bildet die vierte Periode; in der fünften endlich erhebt sich die Hefe auf der ganzen Oberfläche, wobei die Gasentwicklung so stark wird, daß oft Blasen von der Größe einer Wallnuß sich

Digitized by Google

erheben, die gleich darauf zerplatzen. Ist die Gährung in gutem normalen Gange, so müssen diese Blasen ganz klar erscheinen; sind sie milchig trübe, so darf man annehmen, daß die Würze nicht von der richtigen Beschaffenheit ist. Die Geschicklichkeit des Brauers muß sich nun darin bewähren, die Menge der zugesetzten Hefe genau so zu treffen, daß die eben beschriebenen Gährungs-Symptome in der beschriebenen Aufeinanderfolge eintreten, und daß die Gährung nicht zu stürmisch, aber auch nicht zu langsam von Statten geht.

Soll eine Flüssigkeit in Weingährung übergehen, so müssen verschiedene Bedingungen erfüllt sein, widrigenfalls sie sich entweder unverändert erhält, oder auch anderweitige Zersetzungen, besonders die Essiggährung erleidet.

Diese Bedingungen sind:

a) Gegenwart von gährungsfähigem Zucker. Man pflegt nämlich die verschiedenen Zuckerarten in zwei Klassen abzutheilen: in gährungsfähigen (Rohrzucker, Krümelzucker, Schleimzucker, Milchzucker und Schwammzucker) und der Gährung nicht fähigen Zucker (Mannazucker, Oelzucker, Süßholzzucker und Gallenzucker). Neueren Beobachtungen nach scheint aber nur eine einzige Zuckerart, der Krümelzucker, unmittelbar in Gährung übergehen zu können, während die übrigen eben genannten gährungsfähigen Zuckerarten nur dadurch zur Gährung kommen, daß sie sich vorher in Krümelzucker umwandeln. Beim Rohrzucker ist dieses kürzlich von Rose entscheidend dargethan.

b) Hinlängliche Verdünnung der Zuckerlösung, insofern eine konzentrirte Lösung durchaus nicht in Gährung übergeht.

c) Gegenwart eines Fermentes, d. h. einer, die Gährung einleitenden und unterhaltenden Substanz. Die Enträthselung der eigenthümlichen Aktion des Fermentes (Hefe, Gest) hat den Chemikern bis auf die neuesten Zeiten viel zu schaffen gemacht, und ist selbst jetzt noch keineswegs völlig genügend dargethan. Es ist dieß eine stickstoffhaltige Substanz, welche sich aus dem, in sehr vielen Pflanzensäften und Infusionen vegetabilischer Körper enthaltenen Pflanzeneiweiß oder Pflanzenleim unter günstigen Umständen erzeugt. Traubensaft in einem Fasse sich selbst überlassen, geht, wiewohl langsam, in Weingährung über, wobei sich das Eiweiß allmälig als Hefe ausscheidet, und die oben erwähnte Trübung der Flüssigkeit verursacht. In dem Traubensafte, so wie er sich in den Weinbeeren vorfindet, ist keine Hefe enthalten, und dennoch vermag er nach dem Auspressen zu gähren. Nach den von Gay-Lussac hierüber angestellten Versuchen ist es der Zutritt des atmosphärischen Sauerstoffes während des Kelterns, wodurch ein kleiner Theil des Eiweißes in den Zustand von Ferment übergeht. Er preßte Weinbeeren im luftleeren Raume aus, und bewahrte den so erhaltenen Saft in einem vor allem Luftzutritt gesicherten Apparate. Es trat keine Weingährung ein, wohl aber, als demnächst ein wenig Sauerstoffgas hinzugeleitet wurde. Ist auf diesem Wege der Saft einmal in Gährung, so gährt er auch ohne allen Luftzutritt fort, wobei die Hefenbildung so lange fortschreitet, bis sämmtlicher Eiweißstoff als Hefe ausgeschieden und niedergeschlagen ist. Andere, an vegetabilischem Eiweiß und Pflanzenleim reiche Flüssigkeiten, z. B. Branntweinmaische, verhalten sich ganz anders, und kommen nur nach Zusatz von Hefe, von einer früheren Gährung herrührend, selbst zur Gährung. Ist diese aber einmal eingetreten, so schreitet sie ungemein rasch fort, und hört nicht eher auf, als bis das Eiweiß und der Pflanzenleim als Hefe abgeschieden sind, welche nunmehr benutzt werden kann, um eine neue Quantität Maische in Gährung zu bringen.

Die Eigenschaften und sonstigen Verhältnisse des Fermentes sind in einem besonderen Artikel „Hefe" entwickelt, und können daher hier übergangen werden; nur erwähnen wir noch, daß reine Zuckerlösungen stets eines Zusatzes von Hefe bedürfen, um zu gähren, und daß sich aus diesen begreiflicher Weise keine neuen Portionen von Hefe bilden können.

Digitized by Google

d) Eine angemessene Temperatur. Ist diese nur wenige Grade über dem Gefrierpunkte, so schreitet die Gährung ungemein langsam fort, und bei 0° scheint sie ganz aufzuhören; steigt sie dagegen auf 35 bis 40°, so ist die Gährung zu heftig und übereilt, die Flüssigkeit klärt sich nicht gehörig, und säuert gar leicht. 20° C sind im Allgemeinen für raschere Gährungen genügend. M. s. noch die Artikel „Bier", „Branntwein", „Wein."

Luftzutritt ist bei der Weingährung keineswegs nöthig, ja vielmehr nachtheilig, indem er den Eintritt der sauern Gährung bedingt. Doch dürfen auch keine fest verschlossene Gefäße genommen werden, da diese durch die Kohlensäure unfehlbar gesprengt werden würden. Fast allgemein dienen zu diesem Zwecke hölzerne Gährbottige, die während der Gährung mit einem Deckel leicht verschlossen, mitunter freilich wohl ganz offen gelassen werden, wenn nämlich, wie dieses unter Anderen bei der Ale-Brauerei der Fall ist, die Hefe in dem Maße, wie sich auf der Oberfläche ansammelt, stets abgelassen wird.

Zu den die Gährung hemmenden Einflüssen gehört insbesondere Gegenwart von vielem Alkohol. Wenn daher die gährende Flüssigkeit sehr zuckerreich ist, wie z. B. bei dem Traubensafte sehr warmer Klimate, so hört sie gänzlich auf, bevor die ganze Zuckermenge zur Zersetzung gelangt ist, daher denn der süße Geschmack solcher Weine, z. B. des Malaga.

Aus demselben Grunde bleibt auch bei gewöhnlicher Gährung nicht selten eine gewisse Menge Zucker unzersetzt zurück und geht somit verloren. Um diesem Uebelstande vorzubeugen, ist von Sheridan der Vorschlag gemacht, den Alkohol in dem Maße, wie er sich bei der Gährung bildet, sofort abzuziehen. Er läßt zu dem Ende die Gährung in starken, völlig luftdicht verschlossenen Gefäßen vor sich gehen, und setzt diese mit einem Kühlapparat und einer kräftigen Luftpumpe in Verbindung, welche die etwa eindringende Luft und die sich entwickelnde Kohlensäure beständig entfernt. Bei dem so veränderten Luftdruck destillirt der Alkohol in einer Temperatur von 50 bis 55° ab, welche nach Sheridan dem Fortgange der Gährung nicht nachtheilig sein soll, vorausgesetzt, daß diese Wärme dem Gährbottig durch ein geheiztes Zimmer, und nicht durch heiße Wasser- oder Dampfröhren mitgetheilt wird, welche letzteren die sie berührenden Hefentheilchen verbrennen, oder tödten, und die Gährung nach einiger Zeit unterbrechen würden.

Versuche mit dieser Gährung im luftleeren Raume sind in der großen Brennerei des Herrn Currie bei London veranstaltet, und haben, wie Ure nach einer mündlichen Mittheilung des Erfinders berichtet, ein sehr günstiges Resultat gegeben, insofern das Quarter Korn durchschnittlich 28 Gallons, statt sonst 21 Gallons, Spiritus von der Normalstärke (0,92 spez. Gew. bei 62° F) also etwa 25 Prozent mehr geliefert haben soll. Bezieht man diese Angaben auf Preußisches Maß und Gewicht, so würde der Scheffel Roggen bei der Gährung im luftleeren Raume 26,5 Quart, bei der gewöhnlichen 19,8 Quart Branntwein von 50 Proz. Tralles geben. Nach der gewöhnlichen Annahme werden von 1 Scheffel Roggen von 80 Pfd. 19,2 Quart solchen Branntweins erhalten. Berechnet man theoretisch die Menge Branntweins, welche aus 1 Scheffel Roggen erfolgen würde, wenn der ganze Stärkegehalt (zu 60 Proz. gerechnet) vollständig in Zucker überginge und dieser vollständig in Alkohol und Kohlensäure zerfiele, so könnten höchstens 25,9 Quart erhalten werden. Sheridan will mithin bei seinem Verfahren mehr Alkohol erhalten haben, als theoretisch möglich ist. Es scheint daher in diesen Angaben einige Uebertreibung zu herrschen; und bedenkt man die Zeit, die erforderlich sein muß, um eine Quantität Maische bloß bei Stubenwärme abzutreiben, während welcher die Luftpumpe fast beständig in Bewegung gehalten werden müßte, so möchte wenig Segen dabei sein, ganz abgesehen von den ungeheuern Schwierigkeiten, so große Apparate, wie sie zu einem irgend bedeutenden Brenne-

Digitized by Google

reibetriebe erforderlich sind, luftdicht zu erhalten. In England soll dieses Verfahren aus dem Grunde nicht weiter verfolgt worden sein, weil die dortige Branntweinsteuer nicht erlaubt, zu gleicher Zeit gähren zu lassen und zu destilliren.

Die Erklärung des Vorganges bei der Gährung hat von jeher den Chemikern viel Kopfbrechen gemacht, besonders hinsichtlich der Rolle, welche das Ferment dabei spielt; denn das Zerfallen des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure läßt sich aus seiner Zusammensetzung völlig genügend erklären.

Der Krümelzucker enthält:

12 Atome Kohlenstoff,
28 „ Wasserstoff,
14 „ Sauerstoff.

Bei der Gährung zerfällt er in 3 Verbindungen, nämlich zwei Atome Alkohol ($C_4 H_{12} O_2$), 4 At. Kohlensäure ($C O_2$) und 2 At. Wasser ($H_2 O$) Also

2 At.	Alkohol	enthaltend	8 At.	Kohlenst.	24	Wasserst.	4	Sauerst.
4 „	Kohlensäure	„	4 „	„	—	„	8	„
2 „	Wasser	„	— „	„	4	„	2	„
			12 At.	Kohlenst.	28	Wasserst.	14	Sauerst.

Auf ähnliche Art erklärt sich auch die Gährung des Rohrzuckers. Dieser nämlich besteht aus

12 At. Kohlenstoff,
22 „ Wasserstoff,
11 „ Sauerstoff.

Er liefert bei der Gährung unter Aufnahme von 1 At. Wasser, an Produkten 2 At. Alkohol und 4 At. Kohlensäure. Nämlich

1 At.	Zucker	=	12 At.	Kohlenst.	22	Wasserst.	11	Sauerst.
dazu 1 „	Wasser	=	— „	„	2	„	1	„
			12 At.	Kohlenst.	24	Wasserst.	12	Sauerst.

Diese zerfallen in

2 At.	Alkohol	=	8	Kohlenst.	24	Wasserst.	4	Sauerst.
und 4 „	Kohlensäure	=	4 „	„	—	„	8	„
			12	Kohlenst.	24	Wasserst.	12	Sauerst.

Es ist aber bereits oben erwähnt, daß allem Anschein nach der Rohrzucker nicht unmittelbar der Gährung fähig ist, sondern erst in Krümelzucker (Traubenzucker) übergeht. Dem Gewichte nach liefern 100 Th. Krümelzucker 46,60 Alkohol, 44,37 Kohlensäure, und 9,03 Wasser; 100 Rohrzucker dagegen unter Aufnahme von 5,22 Wasser geben 53,89 Alkohol und 51,32 Kohlensäure.

Auch die, die Gährung unterhaltende Hefe erleidet eine Zersetzung, wodurch ihr Stickstoffgehalt allem Anschein nach in Ammoniak übergeht, und ihre Gährung erregende Fähigkeit sich verliert. Wenn aber, wie schon oben erwähnt, die gährende Flüssigkeit vegetabilisches Eiweiß oder Pflanzenleim enthält, so gehen diese während der Gährung in noch wirksames Ferment über.

Die Einwirkung des Fermentes auf den Zucker hat man theils durch Annahme einer elektrischen Thätigkeit, wobei die einzelnen Hefekörnchen und die zwischen ihnen befindliche Flüssigkeit eine Art galvanischer Säule bilden sollten, theils durch Annahme eines eigenthümlichen Vegetations-Prozesses, wobei jene Körnchen als selbstständige organische Wesen angesehen wurden, zu erklären gesucht; Annahmen, die nicht nur aller Begründung ermangeln, sondern selbst die triftigsten Einwürfe zulassen.

Die neueste Erklärung dieses geheimnißvollen Entmischungs-Prozesses, die, wenn auch nicht erwiesen, doch wenigstens wissenschaftlich durchgeführt, und auf gewisse Analogie gegründet ist, ist die von Liebig aufgestellte, nach welcher die Weingährung ein Fäulnißprozeß ist. Die Produkte der Fäulniß sind, wie längst bekannt, nach der verschiedenen Natur

Digitized by Google

der faulenden Substanzen, sehr verschieden. Einige, besonders die stickstoffhaltigen, animalischen Verbindungen faulen unter Entwicklung höchst stinkender Produkte, daher man denn im gemeinen Leben, und theilweise selbst in der Wissenschaft, unter Fäulniß einen, unter widerlichem Gestank fortschreitenden Selbstentmischungs-Prozeß zu verstehen geneigt ist. Es ist aber einleuchtend, daß der eigenthümliche Geruch der bei chemischen Prozessen entstehenden Produkte nicht einen wesentlichen Unterschied begründen kann. Wenn also Auflösungen vieler, namentlich thierischer Stoffe, unter widerlichem Geruche faulen, so hindert das nicht, anzunehmen, daß andere, insbesondere Pflanzenstoffe, also auch Zucker, faulen können, unter Bildung angenehm riechender Produkte (Alkohol und Kohlensäure). Und in der That stimmt die Weingährung in allen übrigen Erscheinungen mit anderen Fäulnißprozessen so genau überein, daß in anderen Beziehungen, außer der Natur der Produkte, kein Unterschied Statt findet. Demnach würde also dieselbe Erklärung, die für die Fäulniß im Allgemeinen gilt, auch auf die Zuckerfäulniß oder Weingährung Anwendung finden. Diese unstreitig sehr genügende Erklärung aber besteht darin, daß, wenn eine Verbindung mehrerer Elemente unter Einfluß der Lebenskraft organischer Wesen entstanden ist, sie nach dem Aufhören dieses Einflusses zwar Bestand haben kann, wenn sie vor äußeren Einwirkungen geschützt ist, daß aber die Elemente, in vielen Fällen wenigstens, das Bestreben haben, sich umzuordnen, und bei der geringsten äußeren Veranlassung in der That eine solche Umlagerung oder Zersetzung erfahren. Die äußere Einwirkung, welche in den meisten Fällen den Eintritt der Fäulniß hervorruft, ist der Zutritt des atmosphärischen Sauerstoffes, wie in dem Artikel „Fäulniß" ausführlicher gezeigt ist; hat aber die Fäulniß einmal ihren Anfang genommen, so geht sie auch ohne ferneren Sauerstoffzutritt, wenn auch langsam, fort. Bei einer Zuckerauflösung reicht dieser Einfluß nicht hin, sondern es bedarf eines kräftigeren Impulses, nämlich der Gegenwart eines bereits in Fäulniß begriffenen Körpers. Nach Liebig's Gährungstheorie wirkt das Ferment nur allein dadurch, daß es sich in Fäulniß befindet, und dadurch in dem Zucker, in Folge der so genannten katalytischen Kraft, einen ähnlichen Prozeß hervorruft. Es sind nämlich mehrfache Fälle bekannt, wo ein Körper, dessen Atome sich in einem Umlagerungs- oder Zersetzungs-Prozeß, also in Bewegung, befinden, in andern Körpern, ohne durch eigentliche chemische Verwandtschaft auf sie einzuwirken, eine gleiche Bewegung der Atome veranlassen, sie gewissermaßen in ihre Bewegung hereinziehen, und so eine Zersetzung derselben hervorrufen. Diese mechanische Einwirkung bewegter Atome hat man katalytische Kraft genannt, und durch sie also auch die gährungerregende Fähigkeit der Hefe erklärt.

Wird eine Zuckerauflösung mit einer hinlänglichen Menge von Hefe gemischt, so bietet diese während ihrer Fäulniß den Zuckertheilen hinlängliche Berührungspunkte dar, um ihre vollständige Zersetzung zu bedingen. Ist dagegen die Menge der Hefe sehr klein, so wird ihre Fäulniß beendigt sein, bevor der Zucker vollständig zersetzt worden, und es wird mithin ein Theil des Zuckers unverändert zurückbleiben. Läßt man nun eine Gährung in einem ganz offenen, oder doch nur unvollkommen geschlossenen Gefäße vor sich gehen, so entweicht die Kohlensäure endlich vollständig, und es bleibt nur der Alkohol zurück. Selbst in fest verspundeten Fässern hält sich nur wenig Kohlensäure, weil die Poren des Holzes ihr hinlänglich freien Durchgang gestatten. Zieht man aber die Flüssigkeit vor völliger Beendigung der Gährung auf Flaschen, verkorkt diese fest, und bewahrt sie liegend auf, wodurch das Entweichen des kohlensauren Gases durch die feinen Poren des Korkes gehindert wird, so sammelt sie sich in der Flüssigkeit in mehr oder weniger großer Menge an, und bewirkt so das Schäumen solcher Getränke, namentlich des Bieres und der moussirenden Weine. Daß die Menge und der Druck der Kohlen-

Digitized by Google

säure bis zu dem Grade steigen kann, um auch die stärksten Flaschen zu zersprengen, ist eine bekannte Sache.

3) Die sauere oder Essiggährung. Sowohl rohe als auch vorher der Weingährung unterworfene zuckerhaltige Pflanzensäfte werden, längere Zeit dem Luftzutritt dargeboten, durch Bildung von Essigsäure sauer. Das eigentliche Material für die Entstehung der Essigsäure scheint allemal Alkohol zu sein, und wenn wir sehen, daß süße Fruchtsäfte unmittelbar sauer werden, so scheint dieß dennoch nur in Folge einer vorhergegangenen Weingährung zu geschehen, nur daß der Alkohol nach seiner Entstehung sofort in Essigsäure übergeht. Die Erscheinungen und Produkte der Essiggährung sind in dem Artikel »Essigsäure« mit hinlänglicher Ausführlichkeit entwickelt, auf welchen hier verwiesen werden kann; nur kurz mag erwähnt werden, daß bei der Essiggährung der Zutritt des atmosphärischen Sauerstoffes eine unerläßliche Bedingung ist, und daß der Alkohol der Flüssigkeit nicht unmittelbar in Essigsäure, sondern zuvörderst, indem ein Theil seines Wasserstoffes durch den Sauerstoff der Luft zu Wasser oxydirt wird, in eine eigenthümliche Substanz, den Aldehyd, übergeht, und dieser endlich durch fernere Aufnahme von Sauerstoff sich zu Essigsäure oxydirt.

Auch auf die sauere Gährung erstreckt sich die von Liebig aufgestellte Theorie; während nämlich die geistige Gährung als ein Fäulnißprozeß angesehen wird, stellt Liebig die Essiggährung mit dem Verwesungsprozeß in Parallele, welcher sich von der Fäulniß dadurch unterscheidet, daß bei ihm eine fortdauernde Oxydation oder Verbrennung auf Kosten der Luft vorherrscht.

Ein sehr sonderbarer, bisher noch nicht erklärter Umstand ist der unleugbare Einfluß des elektrischen Zustandes der Luft auf gährende oder gährungsfähige Flüssigkeiten. Bierwürze während eines Gewitters zum Abkühlen auf die Kühlschiffe gegeben, wird ungemein leicht sauer. Ja Black, in seinem Treatise on Brewing, behauptet sogar, daß Bier in gut verschlossenen Flaschen durch ein Gewitter sauer werden könne. Er stellt die Behauptung auf, daß auch die metallischen Theile, so z. B. die eisernen Bänder der Gährbottige in Kontakt mit dem feuchten Holze eine elektrische Erregung bedingen können, die störend auf die Gährung einwirken. Er erzählt, daß er aus dem Stocken der Gährung in den Gährbottigen ein Gewitter vorher prophezeit habe, das am Nachmittage desselben Tages denn auch wirklich eingetreten sei. Er empfiehlt als das sicherste Mittel gegen diesen, dem Bierbrauer und Branntweinbrenner in der That nicht unwichtigen Uebelstand, alle Gährbottige und übrigen Gefäße so viel wie möglich völlig zu isoliren, d. h. auf nicht leitenden Unterlagen aufzustellen. Sollte, was freilich noch großem Zweifel unterliegt, dieses Mittel in der That dem Zweck entsprechen, so würde sich wahrscheinlich ein Asphaltpflaster sehr gut dazu qualifiziren. Wenn aber das Bier in der Glasflasche sauer wird, so ist schon der Beweis gegen die Wirksamkeit isolirter Behälter geführt.

Das Sauerwerden der Milch bei Gewittern ist Jedermann bekannt.

Galipot. (Galipot.) Das aus den Fichten ausfließende und an der Luft theilweise ausgetrocknete Harz, welches zwischen Terpenthin und Kolophonium in der Mitte steht (indem es ätherisches Oel, aber weniger als ersterer, enthält), kommt unter diesem Namen im Handel vor.

Galläpfel (Gall-nuts, Galls, Noix de Galle) sind mehr oder weniger regelmäßig kugelförmige Auswüchse, die sich an den Blättern und Blattstielen einer Eichenart, der Quercus infectoria, in Folge eines Insektenstiches bilden. Die weibliche Gallwespe nämlich bohrt in die Blattstiele oder Blätter dieser Bäume kleine Löcher und legt ihre Eier hinein, worauf sich alsdann jene Auswüchse erzeugen, und den Larven zum Aufenthalte dienen, bis diese endlich nach ihrer Verwandlung sich durch die Masse des Galläpfels hindurch fressen, und davon fliegen.

Digitized by Google

An den Eichen unserer Gegenden findet man zwar nicht selten ähnliche Auswüchse, die jedoch keiner Anwendung fähig sind, weil sie nur sehr wenig Gerbsäure enthalten, welche in den levantischen Galläpfeln fast die Hälfte der ganzen Masse ausmacht. Diese letzteren kommen in verschiedenen Sorten von mehreren Punkten der Levante in den Handel. Die besten sind die von Aleppo, Tripoli, Saida und Smyrna; sie sind ziemlich klein, fest, schwer und fast ohne innere Höhlung, äußerlich sehr höckerig und von schwärzlich brauner, ins Grüne spielender Farbe. Diese Galläpfel werden gesammelt, wenn die Larven jung sind, und noch keine beträchtliche Höhlung gebildet haben.

Die Einwohner Kleinasiens verwenden besondere Aufmerksamkeit darauf, die Galläpfel genau im günstigsten Alter zu pflücken, wenn sie recht schwer und groß sind. Die bei der ersten Sammlung gewonnenen, dort Jerli genannt, sind die besten und führen im Handel den Namen grüne oder schwarze Gallen. Die, welche bei der ersten Sammlung übergangen und später gesammelt werden, sind von weit hellerer, bräunlich gelber Farbe, weit leichter und von mehr schwammigem Gefüge; dieß sind die so genannten weißen Gallen, die in der Güte bedeutend hinter den schwarzen zurückstehen. Sie enthalten ein, oft selbst mehrere Löcher, durch das Auskriechen der Insekten veranlaßt, und sind äußerlich ziemlich glatt und frei von den Höckern, die sie im jüngeren Zustande besaßen. Von geringerer Qualität als die Aleppischen sind die ursprünglich aus Karamanien herstammenden Cyprischen Galläpfel. Auch in Istrien, Dalmatien, Ungarn, dem südlichen Rußland, Italien, der Provence und anderen südlichen Gegenden kommen Galläpfel in den Handel, die aber von sehr untergeordneter Güte sind.

Eine besondere Art von Galläpfeln sind die Knoppern, die besonders in Anadoly, auf den Inseln des Archipels, Corfu, Cephalonia und Griechenland, ferner in Ungarn, Mähren, Kroatien und Slavonien gewonnen werden. Sie unterscheiden sich von eigentlichen Galläpfeln durch die ganz unregelmäßige, eckige Gestalt und eine gelblich braune Farbe; sie kommen von Quercus cerris, deren Kelche unter dem Namen Eckerdoppen ebenfalls als ein gerbsäurehaltiges Material im Handel vorkommen.

Die Galläpfel, theilweise auch die Knoppern, dienen hauptsächlich zur Tintebereitung und zum Schwarzfärben, so wie zur Türkischrothfärberei. Der eigentlich wesentliche Bestandtheil ist die Gerbsäure, früher Gerbstoff genannt, die in den Galläpfeln zu 40 bis 45 Proz. vorkommt.

Die Infusion von Galläpfeln, welche als eine unreine Gerbsäurelösung zu betrachten ist, hat einen ungemein stark adstringirenden Geschmack, und wird in der Chemie als Reagens gebraucht. Sie bewirkt in Eisenoxydulsalzen kaum eine bemerkliche Aenderung, in Eisenoxydsalzen dagegen einen blauschwarzen Niederschlag, mit einer Leim- oder Hausenblasen-Auflösung vermischt, schlägt sie eine eigenthümliche, sich zu einem ungemein zähen Klumpen zusammenballende Verbindung von Gerbsäure und Gallerte nieder, welche technisch insofern von Interesse ist, als sie den wesentlichen Bestandtheil des Leders ausmacht; daher der Name Gerbsäure.

Die Darstellung der Gerbsäure in reinem Zustande war früher mit großen Schwierigkeiten verbunden, bis ein äußerst leicht ausführbares Verfahren durch Proust angegeben wurde. Dieses besteht darin, daß eine, am untern Ende sich trichterförmig verengende weite Glasröhre mit zerstoßenen Galläpfeln gefüllt, und mit der unteren Spitze in den Hals eines Fläschchens gestellt wird. In die untere Verengerung der Röhre stopft man, um das Hindurchfallen von Galläpfelpulver zu verhindern, etwas Baumwolle.

Man gießt nunmehr Schwefeläther hinein, und verschließt sie mit einem gut passenden Kork. Am nächsten Tage findet man in dem untergestellten

Digitized by Google

Fläschchen zwei getrennte Flüssigkeitsschichten, deren eine von syrupartiger Konsistenz und gelber Farbe zu unterst, und eine dünnflüssige klare zu oberst sich befindet. Füllt man die Röhre nochmals mit Aether, so fällt die Ausbeute um so größer aus. Um die untere Flüssigkeit, eine konzentrirte Lösung von Gerbsäure in Aether, von der oberen, die fast nur reiner Aether ist, zu trennen, schüttet man beide in einen Trichter, den man mit einem Finger zubält, und läßt nun durch vorsichtiges Lüften die untere Flüssigkeit in ein Schälchen fließen, spült sie noch einige Male mit Aether ab, und stellt endlich das Schälchen an einen warmen Ort, oder unter den Rezipienten einer Luftpumpe, wo der Aether abdunstet, und die Gerbsäure in Gestalt einer schwammigen, stark glänzenden, zuweilen farblosen, gewöhnlich aber gelblich gefärbten Masse zurückläßt.

Der zu diesem Versuch dienende Aether muß nothwendig vorher mit Wasser umgeschüttelt werden, weil die Gerbsäure nur in wasserhaltigem Aether löslich, in wasserfreiem dagegen ganz unlöslich ist.

Die Gerbsäure ist in reinem Zustande weiß oder wenig gelblich, geruchlos, von sehr stark zusammenziehendem Geschmack, in Wasser und Alkohol sehr leicht, weniger leicht in Aether löslich, und, wie es scheint, unkrystallisirbar. Die wässerige Lösung in verschlossenen Gefäßen bei völligem Abschluß der Luft aufbewahrt, hält sich unverändert; an der Luft dagegen trübt sie sich nach einiger Zeit, und setzt einen grauen krystallinischen Niederschlag ab, der größtentheils aus Galläpfelsäure besteht. Um diese rein zu erhalten, erhitzt man die veränderte Lösung, um alle Galläpfelsäure wieder in Auflösung zu bringen, behandelt sie mit Beinkohle und filtrirt noch kochend durch Fließpapier, welches vorher durch Ausziehen mit Salzsäure und Aussüßen gereinigt sein muß. Beim Erkalten der Flüssigkeit scheidet sich nun die Galläpfelsäure rein und in Form feiner Krystalle aus.

Läßt man die Entmischung der wässerigen Gerbsäurelösung in einer graduirten Glasglocke über Quecksilber vor sich gehen, in welcher sich Sauerstoffgas befindet, so bleibt zwar das Volumen des Gases ungeändert, allein es besteht jetzt in einem Gemenge von Sauerstoff- und von kohlensaurem Gas. Erst nach Verlauf mehrerer Wochen ist die Zersetzung der Gerbsäure vollständig, und man bemerkt jetzt eine Menge nadelförmiger Krystalle von Galläpfelsäure, die an den Wänden festsitzend, die Flüssigkeit vielfach durchkreuzen. Kurz, die Galläpfelsäure ist ein Produkt von der Zersetzung der Gerbsäure, und scheint in den Galläpfeln nicht zu existiren; da man sie aber früher für einen Hauptbestandtheil der Galläpfel hielt, so ist sie vielfach dargestellt und untersucht worden.

Die Galläpfelsäure besitzt einen schwach säuerlichen, zusammenziehenden Geschmack, ist geruchlos, krystallisirt in seidenglänzenden Krystallnadeln, und löst sich in etwa 100 Gewichtstheilen kaltem, viel leichter in heißem Wasser. Im Alkohol ist sie leichter löslich, als im Wasser, von Aether dagegen wird sie in sehr geringer Menge aufgenommen.

Gegen Eisensalze verhält sie sich ganz so, wie die Gerbsäure, und gibt namentlich mit den Oxydsalzen einen ganz ähnlichen schwarzblauen Niederschlag.

In salpetersaurer oder essigsaurer Bleisolution bewirkt sie einen an der Luft unveränderlichen weißen Niederschlag. Auf Leimauflösung zeigt sie ganz und gar keine Wirkung, während Gerbsäure damit einen außerordentlich starken, zähen Niederschlag erzeugt, daher denn auch bei der Lohgerberei keineswegs die Galläpfelsäure, die sich etwa aus der ersteren bildet, in Betracht kommt.

Scheele, von dem die Galläpfelsäure entdeckt ist, stellte sie auf die Art dar, daß er pulverisirte Galläpfel 3 bis 4 Tage lang mit der achtfachen Menge Wasser mazeriren ließ, und die so erhaltene Infusion in einem, nur leicht mit Papier bedeckten Gefäße längere Zeit der Luft aussetzte. Nach Verlauf von zwei Monaten war die Flüssigkeit fast ganz

Digitized by Google

eingetrocknet, und hinterließ eine schimmlige, mit feinen Krystallnadeln untermengte Masse. Diese wurde nach Beseitigung des Schimmels in einem leinenen Tuche ausgepreßt, und mit Wasser ausgekocht. Aus dieser Lösung nun schieden sich, nachdem sie durch Abdampfen konzentrirt worden, körnig-sternförmig gruppirte Krystalle von noch grau gefärbter Galläpfelsäure aus, die durch Auflösen in kochendem Wasser und Behandeln mit Beinkohle gereinigt wurden. Gute Galläpfel liefern nach diesem Verfahren etwa $\frac{1}{4}$ ihres Gewichts an Galläpfelsäure.

Galle (Bile, Gall of animals, Fiel), die in der Gallenblase enthaltene grünlich gelbe Flüssigkeit. Ohne uns auf die vielfachen Analysen der Galle und die dabei entdeckten mannigfaltigen, mehr oder weniger bestimmt charakterisirten Bestandtheile weiter einzulassen, die nur für die theoretische Chemie und die Physiologie von Interesse sind, beschäftigen wir uns in dem vorliegenden Artikel nur mit der technischen Anwendung und der zu dem Ende erforderlichen Reinigung der Galle.

Die Galle nämlich wird theils in der Wassermalerei, theils zum Entfetten verschiedener Körper, so namentlich zum Vertilgen von Fettflecken, benutzt, muß aber zu dem Ende erst einem Reinigungsprozesse unterliegen, wodurch sie ganz wasserklar erhalten wird.

Eine Reinigungsmethode ist folgende: Man nimmt ganz frische Ochsengalle, läßt sie etwa 12 bis 15 Stunden ganz ruhig stehen, gießt nun die über dem Absatze stehende klare Flüssigkeit in eine porzellanene Abdampfschale, und läßt im Wasserbade bis zu dem Punkte abdampfen, wo die Galle anfängt, eine dickliche Konsistenz anzunehmen. Jetzt läßt man sie bei gelinder Wärme fast bis zur Trockne eindampfen, in welchem Zustande man sie in irdenen Kruken, die nur mit Papier bedeckt werden, unverändert jahrelang aufbewahren kann. Beim Gebrauch nimmt man ein Stückchen von der Größe einer Erbse und löst es in einem Eßlöffelvoll Wasser auf.

Eine andere, weniger einfache, aber ein noch besseres Produkt liefernde Methode ist folgende. In einem Quart gekochter und abgeschäumter Ochsengalle werden $2\frac{1}{2}$ Loth fein pulverisirter Alaun aufgelöst, die Lösung in eine Flasche gegeben und diese, leicht verkorkt, bei Seite gestellt. In einem zweiten Quart Galle löst man $2\frac{1}{2}$ Loth Kochsalz auf und bewahrt auch diese in einer Flasche auf. Im Verlauf von etwa 3 Monaten setzt sich in beiden Flaschen ein Bodensatz ab, während sich die überstehende Galle klärt. Man zieht diese von dem Sedimente ab, und mischt nun beide Portionen, wodurch der gelbe Farbstoff gefällt wird, nach dessen Abscheidung durch Filtration die Galle klar und farblos erscheint. Die so gereinigte Galle verbessert sich noch mit zunehmendem Alter, und ist der Verderbniß nicht unterworfen.

Die so geklärte Ochsengalle mischt sich sehr gut mit Wasserfarben, und ist namentlich zum Anmachen von Ultramarin, Karmin, Grün und anderen delikaten Farben sehr nützlich, indem sie sie nicht nur eben so gut, wie Gummi, auf dem Papier befestigt, sondern ihnen auch die Eigenschaft ertheilt, sich vorzüglich gut und gleichmäßig auszubreiten, ohne einen so starken, störenden Glanz zu bewirken, wie Gummi. Mit Galle aufgetragene Farben trocknen schnell und so fest ein, daß man sie ohne Gefahr des Wiederauflosens mit anderen Farben übergehen kann.

Geglühtes Lampenschwarz mit Gummi und Galle angemacht, liefert eine sehr brauchbare Nachahmung der chinesischen Tusche. Sehr anwendbar ist sie auch, um Bleistift und Kreidezeichnungen zu überziehen, um dem Verwischen derselben vorzubeugen.

Besonders für Miniaturmalerei ist gereinigte Galle ein sehr wichtiges Hülfsmaterial. Auf Elfenbein nämlich haften die Farben nicht gut, indem es mit einer fettigen Substanz durchzogen ist. Diese läßt sich durch Abreiben des Stückes mit Galle vollständig beseitigen, so daß sich die Farben auf dem Elfenbein eben so gut, wie auf Papier, auftragen lassen und befestigen.

Digitized by Google

Auch zu Transparenten kann Galle mit Vortheil angewandt werden. Wenn nämlich geöltes oder gefirnißtes Papier mit Galle bestrichen wird, so kann man so gut darauf malen, wie auf ungeöltem.

Ueber die Anwendung der Galle zum Fleckenausmachen sehe man den Artikel „Fleckenvertilgung.“

Gallerte (Gelatine). Einer der wichtigsten Bestandtheile des thierischen Körpers, der aber nie in flüssiger Gestalt, sondern nur in den festen Theilen vorkommt. Sie bildet einen der beiden Hauptbestandtheile der Knochen und Knorpel, und konstituirt fast allein die Haut, mit Ausnahme der Epidermis, die Sehnen und Ligamente, alle Membranen, das Zellgewebe und andere Theile. Das charakteristische Kennzeichen der Gallerte besteht darin, daß sie in ihrem natürlichen Zustande in Wasser ganz unauflöslich ist, daß sie jedoch durch fortgesetztes Kochen mit demselben in einen veränderten Zustand übergeht, in Folge dessen sie sich in dem heißen Wasser auflöst. Diese Lösung besitzt die Eigenthümlichkeit, beim Erkalten eine zitternde Gallerte zu geben, worauf die bekannte Eigenschaft starker Fleischbrühen beruhet, beim Abkühlen zu gelatiniren. Sie bildet den Hauptbestandtheil des Leimes, der Hausenblase und des Leders (m. s. diese Artikel), und ist insofern von sehr großer technischer Wichtigkeit.

Die Auflösung der Gallerte in heißem Wasser wird weder durch Säuren, noch durch Alkalien gefällt, nur eine Säure, die Gerbsäure, macht eine Ausnahme, und erzeugt damit einen im Wasser unauflöslichen, eigenthümlich fadenziehenden Niederschlag, die eigentliche Lederſubstanz; und das Prinzip der Lohgerberei liegt eben darin, durch Behandlung der rohen Häute, die, wie oben erwähnt, aus Gallerte bestehen, mit gerbsäurehaltigen Materialien (Eichenrinde) diese Verbindung von Gallerte und Gerbsäure hervorzubringen.

Sehr leicht und ziemlich rein ist die Gallerte aus Knochen darzustellen, wenn man diese mehrere Tage in kalte verdünnte Salzsäure einlegt, in welcher sich die Knochenerde vollständig auflöst, während die Gallerte in der Gestalt des angewandten Knochens, aber in weichem, biegsamen Zustande zurück bleibt, und nach Auswaschen der salzsauren Lösung eine, mit Ausnahme des etwa beigemengten Fettes, reine, in kochendem Wasser lösliche Gallerte darstellt.

In Alkohol ist die Gallerte ganz unauflöslich; eben so wird die Lösung derselben im Wasser durch mehrere Salze, z. B. durch Queckſilbersublimat und Zinnsalz gefällt.

Gallusſäure, Galläpfelsäure, s. Galläpfel.

Galmei (Calamine). Natürliches kohlensaures Zink. Das Haupterz für die Zinkgewinnung. M. s. den Artikel Zink.

Galvanisirtes Eisen (Galvanized iron). Eine neuerlich in Frankreich gemachte Erfindung, die dahin zweckt, das Eisen durch einen dünnen Zinküberzug in Folge einer elektrischen Thätigkeit vor dem Rosten zu schützen. Die Idee dieser Erfindung ist von den so genannten Protektoren genommen, einer von H. Davy gemachten Erfindung, die kupfernen Bekleidungen der Seeschiffe dadurch vor der Einwirkung des Meerwassers zu schützen, daß man sie mit einzelnen Zinkplatten in metallische Berührung bringt. Das Kupfer wird hiedurch negativ, das Zink positiv elektrisch, in Folge dessen die oxydirenden äußeren Einwirkungen sich auf das Zink konzentriren, das Kupfer aber unangefochten lassen.

Ueberzieht man daher Eisen mit einer feinen Zinkhaut, so findet die nämliche Wirkung Statt. Das Verfahren wird folgender Maßen beschrieben: Die Oberfläche des Eisens muß zuvörderst durch Scheuern mit verdünnter Schwefelsäure gereinigt werden, worauf man dann das Stück in geschmolzenes Zink eintaucht, und darin so lange hin und her bewegt, bis es überall gehörig verzinkt erscheint. Hierauf taucht man es in schmelzendes Zinn, wodurch sich nun eine Legirung von Zinn und Zink erzeugt, welche gerade das bezweckte Schutzmittel darstellt.—

Digitized by Google

Das so galvanisirte Eisen soll den Einflüssen der feuchten Luft sehr gut widerstehen, und ist für gewisse Zwecke auch sehr empfehlungswerth, nur ist es einleuchtend, daß das Verzinken größerer Gegenstände, da sie ganz in das Zinkbad eingetaucht werden müssen, mit vielen Schwierigkeiten und Kosten verknüpft sein muß. —

Gangart (Gangue, Vein stone). Unter diesem Worte versteht der Bergmann die nicht metallischen Mineralkörper, welche neben den nutzbaren Erzen auf einem Gange vorkommen. Die gewöhnlichsten Gangarten sind Quarz, Schwerspath und Flußspath, doch kommen, wiewohl seltener, noch viele andere Mineralien unter denselben Verhältnissen vor. Die Scheidung der Erze von der Gangart, die so genannte Aufbereitung der Erze macht einen wichtigen Theil des Hüttenwesens aus. Das Nähere hierüber ist in dem Artikel „Metallurgie“ so wie bei mehreren der einzelnen Metalle nachzusehen.

Gänge (Veins, Filons). Verhältnißmäßig schmale, in Länge und Breite oft in bedeutenden Entfernungen sich forterstreckende, mit fremdartigen Mineralkörpern, häufig Erzen, gefüllte Sprünge, die sich oft durch mehrere Gebirgslager hindurch fortsetzen. Die Form der Gänge kann im Uebrigen ungemein verschieden sein, daher denn auch der Bergmann, dessen Gesammtarbeiten mit der Beschaffenheit der Gänge, die er verfolgt, in so innigem Zusammenhange stehen, mannichfaltige Benennungen zu ihrer Bezeichnung hat. In dem Artikel „Bergwerke“ ist das Nähere hierüber nachzusehen.

Gas (Gas), gleichbedeutend mit Luftart, der allgemeine Ausdruck zur Bezeichnung solcher elastisch flüssigen Körper, die unter dem gewöhnlichen Luftdruck und bei einer Temperatur von 0° ihren luftförmigen Zustand selbstständig zu behaupten im Stande sind, ohne, wie dieß bei den Dämpfen der Fall ist, sich zu ein: tropfbaren Flüssigkeit zu verdichten. Es ist dieses inzwischen nur eine willkührlich gezogene Grenze, und mehrere Gasarten verdichten sich bei etwas größerer Kälte oder bei vermehrtem Druck eben so gut wie Wasserdampf unter den gewöhnlichen Verhältnissen. Diese höchst interessante Entdeckung ist von Faraday gemacht. Nach ihm verdichtet sich

	bei	unter einem Druck von		Berechneter Siedpunkt
Schwefeligsaures Gas .	15°C.	3	Atmosphären.	— 20°
Chlorgas	15	4	„	— 36°
Ammoniakgas	10	6,5	„	— 53°
Schwefelwasserstoffgas.	10°	17	„	— 97°
Kohlensaures Gas . .	0°	36	„	— 145°
Chlorwasserstoffgas . .	10°	50	„	— 156°
Stickoxydulgas . . .	7°	50	„	— 159°

Ja selbst zu festen Körpern lassen sie sich verdichten; bei der tropfbar flüssigen Kohlensäure wenigstens hat Thilorier nachgewiesen, daß sie sich durch die bei ihrer eigenen Verdunstung entstehende Kälte, in eine weiße schneeartige Masse verwandelt.

Außer den eben genannten verdichtbaren (koerziblen) Gasarten sind mehrere andere, so namentlich Sauerstoffgas, Stickstoffgas und die aus beiden gemengte atmosphärische Luft, ferner Wasserstoffgas, Kohlenwasserstoffgas und Andere, bis jetzt nicht verdichtet worden, doch ist kaum zu bezweifeln, daß sie sich ebenfalls würden verdichten lassen, wenn es möglich wäre, einen hinlänglichen Kältegrad und Druck in Anwendung zu bringen.

Die Haupteigenschaft der Gasarten, welche gerade den gasförmigen Zustand als solchen bedingt, liegt in ihrem Streben, sich immer weiter auszudehnen, wenn ihnen nur der Raum dazu geboten wird. Dagegen

Digitized by Google

aber können sie durch einen angebrachten Druck auf ein kleineres Volumen zusammengepreßt werden, und zwar herrscht hier das einfache Gesetz, daß das Volumen genau in demselben Verhältnisse abnimmt, in welchem der Druck steigt. Bei verdoppeltem Druck wird also das Volumen auf die Hälfte, bei dreifachem Druck auf ein Drittel u. s. w. reduzirt. Diese Regel, die unter dem Namen des Mariotteschen Gesetzes in der Physik eine sehr wichtige Rolle spielt, gilt inzwischen nur bis zu der Grenze, wo das Gas anfängt, in den tropfbaren Zustand überzugehen.

Mehrere Gasarten, wie z. B. Ammoniakgas, Kohlenwasserstoffgas, schwefligsaures Gas, Schwefelwasserstoffgas, und vor Allen die atmosphärische Luft, sind für sehr viele Künste und Gewerbe von dem größten Interesse, die ausführlichere Beschreibung derselben kommt indessen den Lehrbüchern der Chemie zu.

Gaslicht (Gas-light, Eclairage au gaz). Es war in den Jahren 1737 und 1738, daß der Dr. Clayton durch zahlreiche Versuche darthat, daß Steinkohle, in verschlossenen Gefäßen geglüht, eine Gasart entwickelt, die mit den schlagenden Wettern der Kohlengruben viel Aehnlichkeit hat, sich aber dadurch unterscheidet, daß sie mit weit hellerer Flamme brennt. Diese Versuche wurden indessen nur im Kleinen angestellt, und es scheint, daß bis zum Jahre 1792 Niemand daran dachte, das in Rede stehende Gas zur Beleuchtung zu benutzen, wenigstens finden sich die ersten Nachrichten von einer solchen Benutzung erst von dem letztgenannten Jahre, wo der Ingenieur der Maschinenfabrik von Bolton und Watt, William Murdoch sein Haus und seine Werkstätte zu Redruth in Cornwall mit Steinkohlengas beleuchtete. Er bereitete es in einer eisernen Retorte, aus welcher es in einen Gasometer gelangte, von hier aus durch Röhren zu dem Orte seiner Bestimmung geleitet wurde, und aus feinen Oeffnungen, die nach Belieben geöffnet und geschlossen werden konnten, ausströmte. Er hatte auch tragbare zinnerne Gasbehälter, um das Gas an beliebigen Orten benutzen zu können. Während der 10 Jahre von 1792 bis 1802 setzte Murdoch seine Versuche über Gasbeleuchtung fort, und erst im Frühling des Jahres 1802 gelangte seine Erfindung zu allgemeiner Kenntniß, indem er bei Gelegenheit einer großen Illumination zur Feier des Friedens von Amiens einen Theil der Maschinenfabrik zu Soho mit Gas beleuchtete.

Die erste planmäßig ausgeführte Anwendung der Gasbeleuchtung im Großen ist in Manchester gemacht worden, wo in den Jahren 1804 und 1805, unter Murdochs Leitung, in der großen Baumwollenmanufaktur von Philips und Lee ein bedeutender Apparat aufgestellt wurde, der in diesem enormen Etablissement 3000 Lichter zu ersetzen bestimmt war. Nach diesem Vorbilde folgten dann bald die ausgedehntesten Anwendungen der Gasbeleuchtung, sowohl zur Beleuchtung der Gebäude, wie auch der Straßen, die demnächst auf dem Kontinent und in Amerika Nachahmung fanden. Schon im Jahre 1822 existirten in London eine Menge Gas-Kompagnien; unter ihnen z. B. eine für den Bezirk der Peter-street, die mit 300 Retorten und 15 Gasometern arbeitete, jeden von 20626 Kubikfuß Inhalt. Die Gesammtlänge der Hauptröhrenleitungen dieses Gaswerkes betrug 57 englische (nahe 12¼ geographische) Meilen. Die Gasproduktion betrug zwischen 10 und 12000 Kubikfuß von dem Chaldron, also 384 bis 461 Pr. Kubikfuß vom Scheffel Kohlen. Es wurden jährlich 9282 Chaldrons (zu 23,8 Scheffel) Kohlen verbraucht, und daraus 113,840,000 Kubikfuß Gas dargestellt, welche 10660 Privatlampen, 2248 Straßenlampen und 3894 Theaterlampen versorgten.

Das Brick-lane Gaswerk hatte im Jahre 1822 371 Retorten, von welchen durchschnittlich 133 Sommer und Winter hindurch beständig in Arbeit waren. Es war mit 12 Gasometern versehen, welche etwa 197214

Digitized by Google

Kubikfuß Gas aufnahmen. Der jährliche Kohlenverbrauch belief sich auf 8060 Chaldrons, die erhaltene Gasmenge auf 96720000 Kubikfuß. Dieses Gaswerk unterhielt 1978 Straßen- und 7366 Privatlampen, mittelst einer Röhrenleitung von 40 engl. Meilen.

Ein anderes Gaswerk in der Curtain-road zählte 240 Retorten, von denen jedoch im Jahre 1821 höchstens 80, mindestens 21, zu gleicher Zeit in Betrieb waren; und 6 Gasometer von zusammen 90467 Kubikfuß Inhalt. Jährlicher Kohlenverbrauch 3336 Chaldrons; Gasproduktion daraus 40040000 Kf.; Gesammtlänge der Hauptröhren 25 engl. Meilen, dadurch gespeiset 3860 Privat- und 629 öffentliche Lampen. Diese genannten drei Gaswerke gehörten der Londoner Gaslicht- und Koke-Kompagnie.

Eine andere, die City of London Gas Light Company, hatte in ihrem Gaswerke in der Dorset street 230 Retorten und 8 Gasometer von 181282 Kubikfuß Inhalt. Länge der Hauptleitungs-Röhren 50 engl. Meilen. Aus 8840 Chaldrons Kohlen erfolgten jährlich 106,080,000 Kubikfuß Gas, womit 5423 Privat- und 2413 öffentliche Lampen gespeiset wurden.

Das eine Gaswerk der South London Gas Light and Coke Company in Bankside zählte 143 Retorten und 3 Gasometer, von zusammen 41110 Kubikfuß. Röhrenleitung 30 bis 40 engl. Meilen. Ein anderes Werk derselben Kompagnie in Wellington-street enthielt nur 3 große Gasometer, mit 73565 Kub. Fuß Inhalt, welche einstweilen von dem Werke in Bankside gefüllt wurden.

Noch eine Kompagnie, die Imperial Gas Light and Coke Company legte im Jahre 1822 ein Gaswerk mit 6 Gasometern in dem Bezirke von Hackney an.

Im Jahre 1822 waren also überhaupt 4 große Gas-Kompagnien, mit zusammen 47 Gasometern von 917,940 Kubikfuß Gesammtinhalt, und 1315 Retorten, die jährlich über 397,000000 Kubikfuß Gas produzirten, und 61203 *) Privat- und 7268 Straßenlampen versorgten. Außer diesen Kompagnien aber waren noch mehrere kleinere Gaswerke in Betrieb, so daß die gesammte Gasproduktion auf mindestens 450,000000 Kubikfuß jährlich angeschlagen werden konnte.

Man hat in neueren Zeiten statt der Steinkohlen auch andere Materiale anzuwenden angefangen, so namentlich Oel und andere Fette, welche ein weit heller brennendes Gas liefern, weit weniger Schwierigkeit bei der Reinigung darbieten, und daher auch unter gewissen Verhältnissen mit Vortheil angewandt werden. Der Preis dieser Materiale aber, selbst wenn man ganz unreines Oel verwendet, was zulässig ist, beläuft sich, im Verhältniß zu dem der Steinkohlen, meistens zu hoch, und die Herbeischaffung so großer Quantitäten unreinen, zu anderen Zwecken unbrauchbaren Oels ist zu schwierig, als daß die Oelgasbeleuchtung jemals, so lange noch Steinkohlen in hinlänglicher Menge zu gewinnen sind, die Beleuchtung mit Steinkohlengas wird verdrängen können. Auch unreines Harz ist zu empfehlen, welches aber aus denselben Gründen eine Anwendung im Großen, und an Orten, wo Steinkohlen billig zu erhalten sind, nie gestatten wird.

Allgemeine Vorbemerkungen.

Sämmtliche nicht flüchtigen organischen Substanzen erleiden bei einer Erhitzung, die noch nicht völlig bis zum Glühen geht, eine Zersetzung, wobei sich Gasarten und Dämpfe entwickeln, und, bis auf wenige Ausnahmen, Kohle als Rückstand bleibt. Findet diese Zersetzung bei freiem Luftzutritte Statt, und ist die Temperatur so hoch, daß sich die Gase sowie die Kohle entzünden, so verbrennt der Körper mit Flamme. Nimmt man dagegen die Erhitzung in einem dicht verschlossenen Gefäße vor, so

*) Die angeführten speziellen Zahlen geben zusammen als Summe 31203. Anm. der Beard.

Digitized by Google

daß zwar die Gasarten entweichen, aber keine Luft in den Apparat eindringen kann, so findet, vorausgesetzt, daß die Gasarten da, wo sie in die Luft ausströmen, nicht absichtlich entzündet werden, keine Verbrennung Statt. Man nennt diesen Zersetzungs-Prozeß bei Abschluß der Luft „trockne Destillation." Läßt man die sich entwickelnden Dämpfe und Gasarten durch einen geeigneten Kühlapparat streichen, so verdichten sich die Dämpfe zu einer Flüssigkeit, während die Gase als solche entweichen. Die Produkte der trocknen Destillation sind demnach dreifach: 1. gasförmig, 2. tropfbar flüssig, 3. fest (nämlich die rückständige Kohle).

1. Das Gas. Dieses ist stets eine Mischung mehrerer verschiedener Gasarten, unter welchen a) das Kohlenwasserstoffgas (Grubengas, Sumpfluft) vorzuherrschen pflegt, eine Luftart, die mit wenig leuchtender, bläulicher Flamme brennt, einen unangenehmen Geruch hat, und deren spezifisches Gewicht = 0,559 ist; b) ölbildendes Gas, ebenfalls Kohlenwasserstoff, von dem vorhergehenden durch einen doppelt so großen Kohlenstoffgehalt unterschieden, macht den eigentlich wesentlichen Bestandtheil des Leuchtgases aus, weil es mit hell leuchtender Flamme brennt. Spez. Gew. = 0,9804. Es besitzt einen eigenthümlich widrigen Geruch, und zeichnet sich durch die Eigenschaft aus, sich mit Chlorgas unter Einfluß des Tageslichtes zu einer ölartigen Flüssigkeit zu verbinden, daher der Name ölbildendes Gas. c) Kohlenoxydgas, d) kohlensaures Gas, e) Wasserstoffgas, f) Stickstoffgas, g) Schwefelwasserstoffgas. Diese letzteren fünf kommen immer in sehr untergeordneter Menge vor, und fehlen auch oft ganz; daher denn das von der trocknen Destillation erfolgende Gas stets brennbar, keineswegs aber immer stark leuchtend ist.

Je reicher an ölbildendem Gas die Mischung, um so heller brennt sie, und umgekehrt. Nur solche Substanzen können daher zur Leuchtgasbereitung dienen, welche bei der trocknen Destillation eine erhebliche Menge von diesem Gase entwickeln; dahin aber gehören vornehmlich die festen und flüssigen Fette oder Oele, die Harze und die Steinkohle. Es wird inzwischen weiter unten gezeigt, daß das Mengenverhältniß zwischen ölbildendem und Grubengas nicht allein von der Natur des Materials, sondern theilweise auch von der Temperatur abhängig ist, bei welcher die Zersetzung vor sich geht.

Eine sehr interessante Beobachtung ist von Faraday gemacht, daß nämlich beim gewaltsamen Verdichten des Leuchtgases ein Theil desselben in Gestalt einer tropfbaren Flüssigkeit sich kondensirt, und sich wieder in drei verschiedene Kohlenwasserstoffverbindungen zerlegen läßt. Wird nämlich diese Flüssigkeit bei einer Temperatur von 37° destillirt, und das übergehende Destillat in einer künstlich erkälteten Vorlage aufgefangen, so gewinnt man eine klare, höchst flüchtige Flüssigkeit von 0,627 spez. Gew.; unter allen bekannten Flüssigkeiten die leichteste. Ihr Siedpunkt liegt bei 0°, und ihre Zusammensetzung stimmt mit der des ölbildenden Gases völlig überein, nur daß sich die Bestandtheile im Zustande doppelter Verdichtung befinden, in so fern der Dampf dieser Flüssigkeit das doppelte spezifische Gewicht von dem des ölbildenden Gases besitzt. Destillirt man ferner die Flüssigkeit nach Abscheidung dieses eben beschriebenen Körpers bei einer Temperatur von 85°, so gewinnt man als Destillat eine klare Flüssigkeit, welche beim Erkalten auf — 18° in einen krystallisirenden und einen flüssig bleibenden Theil zerfällt. Die Krystalle enthalten genau noch einmal so viel Kohlenstoff, wie das ölbildende Gas, die von ihnen getrennte Flüssigkeit dagegen die anderthalbfache Menge. Beide brennen mit starkrußender leuchtender Flamme. Diese drei Kohlenstoffverbindungen sind also in dampfförmigem Zustande in dem Leuchtgase enthalten, und tragen sehr viel zur Vermehrung seiner Leuchtkraft bei.

Digitized by Google

2. Die gewonnene Flüssigkeit. Diese zeigt, je nach dem zersetzten Stoffe, sehr große Verschiedenheiten. Alle stickstoffhaltigen organischen Körper liefern Ammoniak, welches, meistens in Verbindung mit Kohlensäure, in der gewonnenen Flüssigkeit aufgelöst ist; stickstofffreie Körper natürlich nicht. Diese letzteren dagegen pflegen Essigsäure zu entwickeln, also eine saure Flüssigkeit zu geben. Ein anderes, nie fehlendes, Produkt ist ein brenzliches Oel, welches zum Theil in der wässerigen Flüssigkeit aufgelöst bleibt, zum Theil auch in Verbindung mit einem schwarzen Pech einen dickflüssigen Theer bildet, welcher sich seiner größeren Schwere wegen unterhalb der wässerigen Flüssigkeit ansammelt, in geringer Menge sich aber auch darin auflöst, und ihr eine braune Farbe ertheilt. Der Geruch des brenzlichen Oels ist bei thierischen, viel Stickstoff enthaltenden Substanzen unerträglich stinkend, bei vegetabilischen Stoffen weniger unangenehm. In dem Theer, so wie der wässrigen Flüssigkeit sind neuerdings verschiedene Körper aufgefunden, als Kreosot, Paraffin, Eupion, und in dem Steinkohlentheer das Naphtalin, deren nähere Beschreibung hier übergangen werden muß.

3. Die Kohle. Auch diese zeigt sehr große Verschiedenheiten, sowohl der äußeren Gestaltung, als auch ihrer Zusammensetzung nach. Wenn nämlich der organische Körper während der Zersetzung nicht zum Schmelzen kam, so behält die Kohle Form und Struktur des Körpers im Allgemeinen bei, wie dieß besonders auffallend bei der Holzkohle vorkommt. Schmilzt aber der Körper bei der Zersetzung, so läßt er eine mehr oder weniger schaumig aufgeschwollene, dabei oft metallisch glänzende Kohle zurück. Von dieser Art sind die Kokes, nämlich die von der trocknen Destillation der Steinkohle herrührende Kohle. Eine chemische Verschiedenheit zeigt sich, insofern die Kohle von stickstoffhaltigen Körpern einen Antheil Stickstoff hartnäckig zurückhält, und dadurch weit schwerer entzündlich und brennbar ist, als stickstofffreie Kohle.

Für die Leuchtgasbereitung sind natürlich die gasförmigen Produkte die wichtigsten, allein auch die flüssigen Nebenprodukte und die rückständige Kohle kommen, besonders bei der Gasbereitung aus Steinkohle, wesentlich in Betracht, und müssen durch ihre Verwerthung einen guten Theil der Fabrikationskosten decken.

Wir wenden uns nun zunächst zu der Kohlengasbereitung, und werden dann die Oel- und Harz-Gasbereitung folgen lassen. Also

I. Steinkohlengas.

a) Das Material, die Steinkohle. Bei dem großen Unterschiede in der Beschaffenheit der Steinkohlen erfordert die zweckmäßige Auswahl derselben, wo überhaupt von einer Auswahl die Rede sein kann, und man nicht etwa aus lokalen und ökonomischen Rücksichten an eine bestimmte Sorte gebunden ist, reifliche Ueberlegung.

Zuvörderst muß bemerkt werden, daß nur allein wirkliche Stein- oder Schwarzkohle, keinesweges aber Braunkohle (Lignit) zur Gasbereitung tauglich ist, weil diese, die mit dem Torf in ihrer chemischen Konstitution sehr nahe übereinstimmt, ein ganz wenig leuchtendes Gas liefert.

Die Unterschiede der verschiedenen Steinkohlenarten liegen theils, und hauptsächlich in ihrer eigenen Beschaffenheit, theils in dem Grade ihrer Reinheit. Manche Steinkohlen nämlich sind mit erdigen Theilen untermengt, die beim Verbrennen der Kohle als Asche oder Schlacke zurückbleiben, und sich somit leicht erkennen lassen. Diese Theile würden zwar an und für sich die Gasbereitung nicht hindern, und nur in so fern nachtheilig sein, als sie Raum wegnehmen, und also eine Retorte von gegebener Größe nicht so viel reine Steinkohlensubstanz fassen, mithin bei gleichbleibenden Heizungskosten nicht soviel Gas liefern würde, als aus reinen Kohlen; aber sie beeinträchtigen die Güte der Kokes, deren Verkauf ein wichtiges Nebengeschäft der Gaswerke ausmacht.

Digitized by Google

Die verschiedene Beschaffenheit der Steinkohlen gibt sich, außer den Unterschieden im äußern Ansehen, in ihrem Verhalten beim Erhitzen kund. Die meisten Steinkohlen kommen, während sie sich zersetzen, zu einer theilweisen Schmelzung, und bläben sich durch die gleichzeitige Gasentwicklung zu einer schaumigen Masse auf, wobei die Stücke dergestalt zusammenschmelzen, daß sie einen einzigen Klumpen bilden, in welchem man oft nichts mehr von der ursprünglichen Form und Größe der einzelnen Stücke erkennen kann; man nennt sie daher Backkohlen. Andere Kohlen zeigen diese Erscheinung nicht, sondern verbrennen ohne Formänderung, ohne auch nur an einander zu haften; diese werden Sandkohlen genannt; andere noch stehen zwischen beiden mehr oder weniger in der Mitte; diese führen den Namen Sinterkohlen. Das beste Gas liefert die Kännelkohle, wie sich aus der weiter unten aufgeführten Tabelle über die in Sheffield angestellten Versuche mit verschiedenen Steinkohlensorten ergeben hat, doch werden in England meistentheils die wohlfeileren Newcastler Kohlen, zur Varietät der Schiefer- oder Glanzkohle gehörig, angewandt.

Eine für die Gasbereitung sehr schädliche Verunreinigung der Kohlen ist die mit Schwefelkies, theils, und hauptsächlich, weil er zur Bildung von Schwefelwasserstoff Veranlassung gibt, dessen Abscheidung mit Schwierigkeiten verknüpft ist, theils auch, weil der sich in der Glühhitze entwickelnde Schwefel den eisernen Retorten nachtheilig ist. —

Der Anthrazit (Kohlenblende), der im gemeinen Leben nicht selten mit Steinkohle verwechselt wird, und im Wesentlichen nur aus Kohlenstoff besteht, liefert gar kein Gas, daher denn auch die mit Anthrazit stark untermengte Steinkohle weniger ergiebig ist.

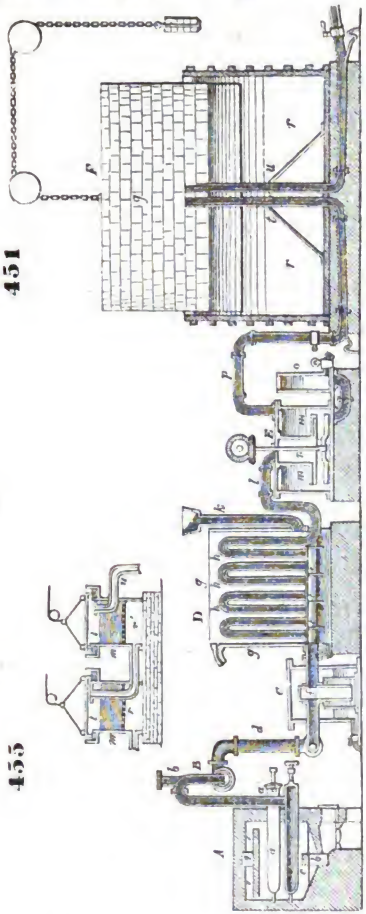
Die Menge des Gases variirt, wie schon erwähnt, bedeutend nach der Natur der Steinkohle. Durchschnittlich rechnet man etwa 4 Kubikfuß pr. Pfund Kohle; genauere Details hierüber gibt die große Tabelle am Schluß dieses Artikels.

b) Der Apparat. Dieser muß, den bezweckten Operationen gemäß, aus mehreren Theilen zusammengesetzt sein, deren Einrichtung wir nunmehr zu durchgehen haben. Die Hauptoperationen bestehen in der Entwicklung des Gases, dem Sammeln desselben, der Abscheidung des Theers und der wässerigen Flüssigkeit, der Abkühlung, der Reinigung, dem Auffangen in dem Gasometer und dem Fortleiten nach den Lampen. Die Zusammenstellung eines vollständigen Gasapparates ergibt sich aus Fig. 451. A ist hier der Ofen mit den darin liegenden Retorten a, aus welchen das Gas in die Hauptsammelröhre B eintritt. Von dieser aus streicht es durch die zur Absonderung des Theers und der wässerigen Flüssigkeit dienende Theerzisterne C, hierauf durch den Kühlapparat oder Kondensator D, gelangt demnächst in den Reinigungsapparat E und von diesem endlich in den Gasometer F. Die Röhre a bildet den Anfang der Röhrenleitung.

Die Retorten (a Fig. 451, und deutlicher in Fig. 452) sind aus Eisen gegossen, und haben gewöhnlich die Gestalt von Röhren mit elliptischem (ovalem) Querschnitt. Das hintere Ende ist verschlossen und mit einem Zapfen versehen, mittelst dessen die Retorte in dem Ofen in horizontaler Richtung befestigt wird, so daß die große Achse der Ellipse ebenfalls horizontal liegt. Der vordere Theil der Retorte wird durch ein separates Mundstück bb gebildet, das durch Schraubbolzen mit dem Hauptkörper der Retorte a verbunden wird. Von der oberen Seite desselben geht ein kurzes, mit einer Flantsche versehenes Rohr aus, an welches das heberförmig gekrümmte Gasrohr mittelst seiner unteren Flantsche angeschraubt wird. Die Art des Verschlusses ist aus der Figur deutlich zu ersehen; der vordere Rand des Mundstückes nämlich enthält eine konische Erweiterung, in welche der konisch abgeschrägte Deckel c passen muß. Beim Gebrauch wird dieser an seinem Rande mit Lehm-

Digitized by Google

brei bestrichen, in das Mundstück eingesetzt und mittelst einer Schraube fest angedrückt. Diese Schraube geht durch einen Bügel e, welcher horizontal in die Oeffnungen zweier, von der Peripherie des Mundstücks



451

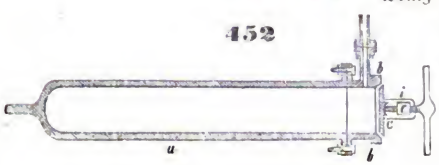
455

vorspringender Oehre i eingesteckt wird, und drückt mit ihrer Spitze gegen eine Vertiefung in einem kleinen Ansatze an der Vorderseite des Deckels.

Von der elliptischen Form der Retorten ist man in neuerer Zeit zu der eines liegenden ▭ oder Halbzylinders übergegangen, von 22 Zoll Breite und 9 bis 12 Zoll Höhe; endlich zu der in Fig. 453 dargestellten Form, welche in kürzester Zeit und mit den geringsten Heizungskosten die größte Menge Gas liefern soll. Die Länge derselben beträgt 7½ Fuß und der Querschnitt 1 bis 1½ Quadratfuß.

Der Ofen bildet gewöhnlich einen mit einem zylindrischen Gewölbe überspannten viereckigen Raum, welcher meistens fünf Retorten enthält, die entweder nach der in Fig. 454 oder der in Fig. 453 dargestellten Anordnung dergestalt eingesetzt sind, daß sie sich bei nöthig gewordener Auswechslung aus dem Ofen nehmen und durch neue ersetzen lassen. Hinsichtlich der innern Konstruktion des Ofens A in der Fig. 451 ist zu erwähnen, daß um die bei b aufsteigende Flamme gleichmäßig nach dem hinteren und vorderen Theile des Ofens zu leiten, gewölbte Bögen c über jeder Feuerung angebracht sind, welche zugleich die Retorten vor der Stichflamme schützen. ee ist ein flaches Gewölbe, welches die 5 Retorten überspannt und vorn so wie hinten ein wenig von der Außenmauer des Ofens absteht, um der Flamme zu gestatten, durch diese Oeffnungen in den Raum über dem Gewölbe und so in die Abzugsöffnung g zu

452

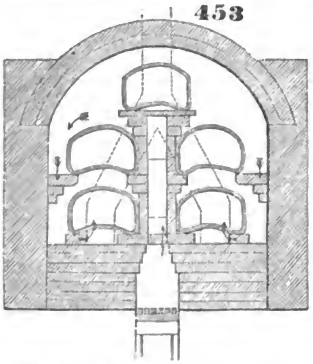


Digitized by Google

gelangen. Daß die Retorten ungeachtet ihrer etwa 1zölligen Wandstärke durch die fortwährende Glühhitze, der sie ausgesetzt sind, nicht gar lange ausdauern, ist einleuchtend; man rechnet durchschnittlich etwa 8 bis 9 Monate; doch hängt ihre Dauer wesentlich von der Konstruktion des Ofens ab. Es muß nämlich vermieden werden, daß nicht die von den Rosten aufsteigende Flamme unmittelbar gegen die Retorten schlägt, daher man am besten die Heizräume mit flachen Gewölben überspannt, die unteren Retorten darauf legt, und die Flamme durch seitliche Oeffnungen in den Gewölben hindurchschlagen läßt.

Abweichend hiervon ist die Einrichtung des Ofens Fig. 453. Er enthält nur einen Rost ganz zu unterst in der Mitte, von welchem die Flamme zwischen zwei vertikalen Mauern aufsteigt und unterhalb der gemauerten Platte, auf welcher die oberste Retorte ruhet, zu beiden Seiten in den Ofenraum eintritt, alsdann in der Richtung der Pfeile herabsteigt, und endlich unter den Böden der untersten beiden Retorten den Ausweg in den Schornstein findet. Bei dieser von dem Hrn. Barlow erfundenen Anordnung ist keine der Retorten einer Stichflamme ausgesetzt, und es herrscht in allen Theilen des Ofens eine sehr gleichmäßige Hitze.

453

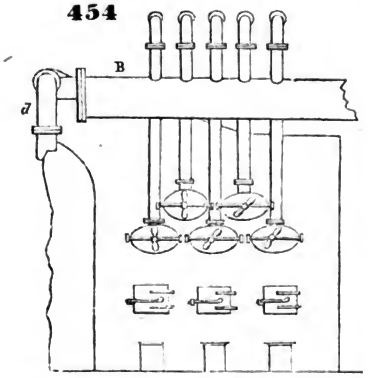


Das Einbringen der Steinkohlen in die Retorten geschieht entweder durch Einschaufeln, oder mittelst eines besonderen Apparates. Es handelt sich dabei um möglichste Schnelligkeit, weil die Retorten, nach dem Ausziehen der Kokes, noch glühend sofort wieder besetzt werden müssen. Das Einschaufeln, selbst wenn es durch zwei Arbeiter geschieht, kann nie so schnell verrichtet werden, daß nicht ein Theil des Gases verloren geht; zweckmäßiger ist daher das Verfahren, die einzubringenden Kohlen vor dem Oeffnen der Retorte in eine lange halbzylindrische Mulde oder Schaufel von Eisenblech zu geben, diese dann nach dem Ausziehen der Kokes in die Retorte hineinzuschieben, umzukehren, und wieder herauszuziehen, die Kohlen dann mittelst eines Rechens gleichmäßig auszubreiten, und den Deckel aufzusetzen. Man füllt die Retorten etwa bis zur Hälfte, damit die Kokes während des Aufschwellens den nöthigen Spielraum vorfinden.

Die zu einer Destillation erforderliche Zeit hängt von der Art der Steinkohlen und der Form der Retorten ab. Mit zylindrischen Retorten dauert sie mindestens 5 Stunden, in halbzylindrischen dagegen kann sie schon in 4 bis 5 Stunden unterbrochen werden. Wenn man in den ersteren 8, in den letzteren 6 Stunden lang fortarbeitet, so wird zwar noch in den letzten Stunden Gas entwickelt, das aber sehr wenig Leuchtkraft besitzt.

Zur Ansammlung und weiteren Fortleitung des Gases dient eine weite horizontal liegende gußeiserne Röhre B, in welche die Röhren der einzelnen Retorten von oben einmünden, und bis nahe auf die untere Seite hinabreichen. Die Länge dieser Hauptröhre ist so groß, wie die Gesammtlänge der ganzen Ofenreihe, vor welcher sie in einiger Höhe fortläuft. Fig. 454 zeigt die Vorderansicht eines einzelnen Ofens und das eine Ende der Hauptröhre B. Dieses Ende ist durch eine Platte geschlossen, von welcher das gebogene Rohr d dergestalt ausgeht, daß die Oeffnung nur etwa bis zur Hälfte der Hauptröhre herabreicht. Es

Digitized by Google



ist dieses eine scheinbar unbedeutende, dennoch aber höchst sinnreiche und zweckmäßige Einrichtung. In der Hauptröhre nämlich sammeln sich die sämmtlichen Destillationsprodukte, sowohl die Gase als auch die wässerige Flüssigkeit nebst dem Theer. Hat sich nun die Rohre zur Hälfte mit Theer und Flüssigkeit gefüllt, so fließt die ferner hinzukommende Menge durch die Röhre d ab, um in die Theerzisterne zu gelangen. Die Röhre B bleibt also stets zur Hälfte mit Flüssigkeit gefüllt, welche mithin die Oeffnungen der einzelnen Retortenröhren bedeckt. Durch dieses Mittel wird der wichtige Zweck erreicht, die verschiedenen Retorten außer aller Kommunikation zu bringen, so daß nie das Gas der einen Retorte in eine andere gelangen kann, denn obschon das Gas fast ohne alles Hinderniß aus den Rohren ausströmt, und nur den unbedeutenden Druck der Flüssigkeitsschicht, in die das Rohr wenige Zolle eintaucht, zu überwinden hat, würde ein Zurückströmen des Gases einen so starken Druck voraussetzen, wie er in dem Apparate nie eintreten kann, denn die Flüssigkeit müßte in dem oberen Rohre bis zu der Biegung, also, bei den gewöhnlichen Dimensionen, an drei bis vier Fuß hinaufgepreßt werden. Beim Oeffnen der Retorte ist also kein weiterer Gasverlust möglich, als der, des in ihnen selbst vorhandenen Gases, während ohne die beschriebene Einrichtung das Gas aus den übrigen Retorten durch die geöffnete entweichen würde. Eben so müßte ein Sprung oder eine sonstige Undichtigkeit einer Retorte möglicherweise den Verlust des gesammten Gases aus allen Retorten herbeiführen können, während jetzt nur das Gas der fehlerhaften Retorte verloren geht.

Die Theerzisterne hat den Zweck, den Theer nebst der wässerigen Flüssigkeit aufzunehmen. Es ist dieß ein Behälter C, in welchem sich ein zweiter kleinerer, oben offener Behälter findet, welcher letztere den Theer unmittelbar aufnimmt, und wenn er gefüllt ist, in den äußeren Behälter überfließen läßt, aus welchem man ihn dann nach Belieben durch einen Hahn abziehen kann. Der vertikale Ansatz f des Gasrohres reicht bis nahe auf den unteren Boden der Theerzisterne herab, und ist mithin durch den Theer selbst luftdicht abgesperrt, gestattet also zwar den flüssigen, nicht aber den gasförmigen Produkten einen Ausweg.

Der Kühlapparat hat den Zweck, das Gas, nachdem es in der Hauptröhre B und der ferneren Röhrenleitung durch die Theerzisterne den größten Theil des Theeres und der ammoniakalischen Flüssigkeit abgesetzt hat, durch vollständige Abkühlung noch weiter zu reinigen. Er besteht aus einem, mit kaltem Wasser umgebenen Röhrensysteme, durch welches das Gas seinen Weg zu nehmen gezwungen ist. Eine der gewöhnlichsten und zweckmäßigsten Einrichtungen ist die in Fig. 451 bei D dargestellte. xx ist der viereckige, aus gegossenen Eisenplatten zusammengeschraubte Kasten, der aus zwei, durch einen horizontalen Boden getrennten Abtheilungen besteht, deren obere zur Aufnahme des Kühlwassers, die untere dagegen zur Ansammlung des Theers dient. Dieser untere Raum ist durch mehrere, von dem mittleren Boden herabreichende, den untern Boden aber nicht ganz berührende Scheidewände tt in meh-

Digitized by Google

rere Abtheilungen getheilt, welche nur durch die schmalen Oeffnungen unter jenen Seitenwänden kommuniziren. Der obere Raum enthält mehrere heberförmig gebogene Röhren hhh, welche in entsprechende Oeffnungen des mittleren Bodens dergestalt eingesetzt sind, daß eine jede dieser Röhren zwei der unteren Abtheilungen in Verbindung setzt. Da sich in dem untern Raume des Apparates sehr bald soviel Theer ansammelt, daß die Oeffnungen unter den Zwischenwänden tt dadurch verschlossen werden, so ist dem Gase nur noch der Weg durch die Röhren gestattet, so daß es successiv aus der ersten unteren Abtheilung, in welche es zunächst eintritt, durch das erste Rohr in die zweite Abtheilung, von dieser durch das zweite Rohr in die dritte Abtheilung u. s. w. seinen Weg durch sämmtliche Röhren und Abtheilungen nimmt, und endlich, völlig abgekühlt in den Reinigungsapparat gelangt. Diese Einrichtung des Apparates bietet den Vortheil dar, daß sämmtliche Flüssigkeit, die sich an den inneren Wänden der Kühlröhren niederschlägt, sich in dem unteren Raume ansammelt, und somit durch eine seitlich angebrachte Abflußröhre beständig abläuft. Diese Abflußröhre aber muß sich natürlicherweise in der Höhe befinden, daß sich der untere Raum nie ganz entleeren, und das Gas nie von einer Abtheilung in die andere unterhalb der Scheidewände tt eintreten kann. Ein mit einer trichterförmigen Mündung versehenes Rohr k, welches unten in den Kühlapparat eintritt, dient zum Einleiten des Wassers, welches nachher durch ein Ausflußrohr nahe unter dem oberen Rande abfließt.

Der Reinigungsapparat. Dieser bildet einen sehr wesentlichen Theil des Ganzen, und hat den Zweck, das Gas von beigemengtem Schwefelwasserstoff- und kohlensaurem Gas zu reinigen. Das erstere nämlich ist nicht sowohl seines eigenen, als vielmehr des durchdringenden Schwefelgeruchs wegen, den es beim Verbrennen erzeugt, in dem Grade nachtheilig, daß Leuchtgas, welches auch nur die geringsten Spuren davon enthält, in Zimmern durchaus nicht gebrannt werden kann. Die Kohlensäure kommt nur in so fern in Betracht, als sie auf die Verbrennung des Gases in gewissem Grade störend einwirken kann. Als Reinigungsmittel wird allgemein gebrannter Kalk, und zwar gewöhnlich in dem Zustande von Kalkmilch angewandt, durch welche man das Gas in Blasen hindurchstreichen läßt, oder es auf andere Art damit in Berührung bringt. Hiebei aber kommmen verschiedene Rücksichten in Betracht, die bereits zu mehrfachen Abänderungen der Reinigungsvorrichtung geführt haben. Diese Rücksichten sind: Einmal, das Gas in allen Theilen mit dem Reinigungsmittel in möglichst innige Berührung zu bringen; ferner, einen möglichst geringen Druck von Seiten des Gases vorauszusetzen, indem es ohnehin fast unmöglich ist, einen so großen und aus so vielen Theilen zusammen gesetzten Apparat ganz luftdicht zu erhalten, diese Schwierigkeit aber in hohem Grade wächst, wenn die Luft im Innern unter einem erhöhten Drucke steht. Ganz besonders leicht lassen die Retorten, die bei dem anhaltenden Glühen sich gern werfen, und bei der mürben Konsistenz des glühenden Gußeisens gar leicht feine Risse bekommen, Gas entweichen, dessen Verlust sich fast auf Null reduzirt, falls der Druck des Gases in der Retorte mit dem der Atmosphäre im Gleichgewicht steht, der aber sehr beträchtlich sein kann, wenn das Gas durch inneren Druck gewaltsam ausgetrieben wird.

Ein geringer Druck herrscht ohnehin in den Retorten, weil das ausströmende Gas genöthigt ist, die Flüssigkeit in der Hauptsammelröhre, wie oben gezeigt wurde, zu durchbrechen, und man sollte eher dahin trachten, diesem Drucke durch geeignete Mittel entgegen zu arbeiten, als ihn zu vermehren.

Ein drittes Erforderniß eines guten Reinigungsapparates endlich besteht darin, daß das angewandte Reinigungsmittel in allen seinen Theilen zur Wirkung komme, und somit einer möglichst seltenen Erneuerung be-

Digitized by Google

dürfe. Wir werden nun sehen, in wie fern die bisher üblichen Reinigungsapparate mehr oder weniger diese Bedingungen erfüllen.

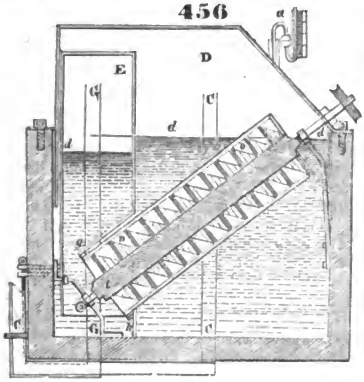
Eine der gebräuchlichsten Vorrichtungen ist die in der Fig. 451 bei E abgebildete, bestehend in einem geschlossenen zylindrischen eisernen Behälter, unter dessen oberem Deckel ein, an dem unteren Ende in eine flache Erweiterung auslaufender Zylinder m m angeschraubt ist. Durch eine Stopfbüchse in der Mitte des Deckels geht die, mittelst eines konischen Rades zu drehende und am unteren Ende mit zwei Flügeln versehene Rührvorrichtung n. Das Gasrohr l, welches zunächst von dem Kühlapparate herkommt, mündet in den mittleren Zylinder ein, während ein zweites, zum Abfluß des Gases bestimmtes Rohr p von dem Raume zwischen dem inneren und äußeren Zylinder ausgeht. Um den Apparat mit Kalkmilch zu füllen, ist das Gefäß o durch ein weites Rohr mit ihm in Verbindung; füllt man nämlich die Kalkmilch in dieses Gefäß, so gelangt sie auch in den Reinigungsapparat, aus welchem sie nachher durch den am Boden des Gefäßes O befindlichen Hahn wieder abgelassen werden kann. Die Art der Wirkung erklärt sich fast von selbst. Indem das Gas in den inneren Zylinder einströmt, drückt es die Kalkmilch in demselben herab, gelangt in die untere Erweiterung und steigt endlich in Blasen durch die Kalkmilch hindurch, um sich über derselben anzusammeln, und durch die Röhre p abzuziehen. Um das Gas in möglichst feine Bläschen zu vertheilen, kann die obere Seite und der abwärts gebogene Rand jener Erweiterung mit feinen Löchern durchbohrt sein. Wird nun die Kalkmilch in beständiger Bewegung gehalten, so erfüllt dieser Apparat seinen Zweck sehr gut; nur führt er den vorher erwähnten Uebelstand herbei, daß das Gas, um die Kalkmilch bis zu der Tiefe der Erweiterung herabzudrücken, einen, dieser Tiefe proportionalen hydrostatischen Druck überwinden, und, da diese Tiefe etwa 3 Fuß beträgt, eine Spannung von etwa $^1/_{10}$ Atmosphäre besitzen muß.

Um diesem Uebel abzuhelfen, ist der in Fig. 455 abgebildete Reinigungsapparat von Berard, Direktor des großen Pariser Gaswerkes, eingeführt, der allerdings seinem Zwecke insofern entspricht, als er das Gas keinem Drucke unterwirft, auf der anderen Seite aber wieder vermehrten Verbrauch an Kalk, und Zeitverlust, herbeiführt. Er besteht in zwei oder noch mehren gußeisernen Behältern m, die bei r und r' mit durchlöcherten Böden versehen sind, und mittelst beweglicher Deckel t, t' geschlossen werden können. Der völlig luftdichte Schluß dieser Deckel wird dadurch gesichert, daß sie mit abwärts gekehrten Rändern versehen sind, welche in, mit Wasser gefüllte Rinnen an den oberen Rändern des Behälters eintauchen. Der Raum über dem durchlöcherten Boden wird mit Heu und locker darauf gestrentem zu Pulver gelöschtem Kalk angefüllt, welcher mäßig, aber nicht zu fest eingedrückt werden darf, damit das Gas freien Durchgang finde. Dieses tritt durch eine Röhre in den unteren Raum des ersten Behälters, steigt durch die lockere Kalkmasse auf, sammelt sich über derselben, strömt von hier durch eine Röhre in den unteren Raum des zweiten Behälters, nimmt seinen Weg durch den Kalk und zieht gereinigt durch die Rohre u ab. Hat sich der Kalk so weit mit Schwefelwasserstoffsäure und Kohlensäure gesättigt, daß er nicht mehr vollständig reinigend wirkt, so hebt man die Deckel mittelst Ketten, die über Rollen laufen, ab, entfernt den Inhalt und füllt neuen ein. Da der Kalk hier in festem, nicht in flüssigem Zustande angewandt wird, so ist es einleuchtend, daß er nicht vollständig zur Wirkung kommen kann; haben sich die einzelnen Theilchen äußerlich mit Schwefelwasserstoff oder Kohlensäure gesättigt, so hört die fernere Wirkung fast ganz auf. Die Erfahrung hat auch gelehrt, daß diese Reinigungsmethode über doppelt so viel Kalk erfordert, als die mit Kalkmilch. Aber ein zweiter Umstand dürfte ihrer Anwendung noch hinderlicher sein. Bei jedesmaligem neuen Besetzen des Apparates nämlich geht die Gasmenge, die in ihm enthalten war, total verloren, wogegen er sich nun mit atmo-

Digitized by Google

sphärischer Luft füllt, die sich demnächst dem Leuchtgase beimischt, und dieses verunreinigt.

Ein anderer Ausweg ist von D' Arcet empfohlen, bei welchem Kalkmilch angewandt werden kann und dennoch der Druck in dem Apparate wegfällt. D' Arcet nämlich wendet eine besondere Vorrichtung mit einer archimedischen Schnecke an, um das Gas in einen gewöhnlichen Reinigungsapparat mit Kalkmilch einzutreiben. Fig. 456 zeigt diesen Apparat im vertikalen Durchschnitt. Er besteht in einem Behälter D und einem zweiten, kleineren, darin befindlichen E, welche unten in Kommunikation stehen, oben aber gänzlich getrennt sind. Beide sind theilweise mit Wasser, und über demselben mit Gas, gefüllt, und stehen mit Röhren zum Ein- und Ausströmen des Gases in Verbindung. In den Raum D nämlich tritt das, von dem Kühlapparate herkommende, Gas durch die Röhre C, C, C ein, wird von hier mittelst der Schnecke D, D in den kleinen Behälter eingetrieben, und gelangt von hier durch die Rohre G, G in den Reinigungsapparat. Die Schnecke selbst besteht aus einer Achse c, um welche ein sehr hoher, äußerlich in einen Zylinder eingefaßter dreifacher Schraubengang läuft, und ist in schräger Richtung auf die Art angebracht, daß ihr oberes Ende etwa zur Hälfte aus dem Wasser hervorragt, während das untere Ende in den kleinen Behälter hineinreicht. Wird sie gedreht, so schöpft der hohle Gang in dem Augenblicke, wo er aus dem Wasser hervorkommt, eine Portion Gas, welche beim Weiterdrehen sich immer tiefer herabschraubt, bis sie endlich am untern Ende wieder austritt, und sich in dem Raume E ansammelt. Um hierbei zu verhindern, daß nicht ein Antheil des Gases sich äußerlich an der Schnecke heranziehe, und so in den Raum D zurückgelange, ist das untere Ende desselben bei g, h mit einem aufstehenden Rande versehen. Die durch eine solche Schnecke erreichbare Pressung der Luft hängt ab von der Tiefe des Punktes g unter dem Wasserspiegel d, d in dem größeren Behälter; wenn also in dem Reinigungsapparate das Gas bis zu einer Tiefe von 3 Fuß in das Kalkwasser herabgedrückt werden soll, so muß der Punkt g mindestens eben so tief unter d, d sich befinden. Es ist aber zweckmäßig, diese letztere Tiefe etwas größer zu machen.



Da der Zweck des ganzen Apparates dahin zielt, das Gas in den Retorten mit dem äußern Luftdrucke möglichst genau im Gleichgewichtszustande zu erhalten, so daß durch etwaige kleine Undichtigkeiten kein Gas entweichen, aber auch keine atmosphärische Luft eindringen könne (welches letztere der Fall sein müßte, wenn der Druck im Innern unter den der Atmosphäre herabsänke), so ist es eine Hauptbedingung, daß die Schnecke das Gas genau in dem Maße wegschafft, wie es sich in den Retorten entwickelt, denn wirkte die Schnecke langsamer, so würde eine Gasansammlung, mithin Verdichtung, wirkte sie schneller, eine Verdünnung des Gases erfolgen. Nun aber wird die Schnecke durch eine Dampfmaschine oder durch eine andere konstante Kraft, also stets mit nahe gleicher Geschwindigkeit umgetrieben, während die Gasentwicklung offen-

Digitized by Google

bar häufigen Aenderungen unterliegen muß. D' Arcet vermeidet diesen Uebelstand durch eine sehr einfache Einrichtung, deren ausführliche Beschreibung in dem Dictionnaire technologique Bd. XI. S. 465 nachgesehen werden kann. Die Drehungsgeschwindigkeit der Schnecke nämlich ist so regulirt, daß sie das Gas auch bei der raschesten Entwicklung, wie sie bei dem Apparate vorkommen kann, vollständig fortschafft, so daß mithin eine Gasansammlung und erhöheter Druck in den Retorten nicht eintreten kann. Für den entgegengesetzten Fall aber, der allerdings sehr häufig eintritt, wo die Gasentwicklung nicht ihr Maximum erreicht, ist durch ein Wasserventil gesorgt, welches, sobald die Gasentwicklung nicht gleichen Schritt hält mit der Wirkung der Schnecke, und also der Druck in dem Apparate unter den äußeren herabsinkt, eine Quantität bereits gereinigten Gases aus dem Gasometer in den Behälter der Schnecke zurücktreten läßt. Hiedurch wird der fehlende Druck ergänzt, das Gas nimmt seinen Weg nochmals durch die Schnecke, wird also doppelt gereinigt, was wenigstens nicht sehr nachtheilig ist, und gelangt in den Gasometer zurück. Für den Fall, daß durch ein besonderes Ereigniß die Schnecke einmal außer Thätigkeit kommen sollte, ist durch dasselbe, eben genannte Wasserventil dem Gase ein Weg in den Gasometer gestattet.

Wenn wir so eben bemerkten, daß die doppelte Reinigung eines Theils des Gases nicht sehr nachtheilig sei, so bezog sich dieses auf die erwiesene Thatsache, daß allzu häufiges Waschen die Leuchtkraft des Gases beeinträchtigen kann. Wie oben erwähnt, verdankt das Leuchtgas die helle Flamme, mit der es brennt, nicht allein dem ölbildenden Gase, sondern zugleich einem Gehalte an Dämpfen von flüssigem Kohlenwasserstoff. Diese Dämpfe aber werden vom Wasser in bemerklichem Grade absorbirt. Auf guten Gaswerken ist man daher stets ängstlich bemüht, die Reinigung des Gases nur stets soweit fortzusetzen, wie durchaus nothwendig, und alles überflüssige Waschen zu vermeiden. Da inzwischen bei der D' Arcet'schen Vorrichtung, wenn die Gasbereitung in gleichmäßig richtigem Gange fortgeht, nur ein sehr kleiner Theil des Gases doppelt gewaschen wird, so kann hieraus kein erheblicher Einwurf gegründet werden. Um übrigens den Dichtigkeits-Zustand des Gases beurtheilen zu können, ist der Behälter der Schnecke mit einem Manometer a ausgestattet.

Der Gasometer. Ein sehr wesentlicher Theil, dessen Zweck vornehmlich der ist, als Magazin zu dienen, um den Vorrath des während des Tages bereiteten Gases aufzunehmen und bis zum Gebrauche aufzubewahren, zugleich aber auch, das Gas unter einen mäßigen, ganz gleichförmigen Druck zu versetzen, und es so mit unveränderlicher Geschwindigkeit den Leitungsröhren, und durch diese den Lampen zuzuführen. Die Einrichtung der Gasometer ist der Hauptsache nach überall dieselbe; es ist eine große, gewöhnlich aus Eisenblech genietete, oben verschlossene, unten offene Trommel oder Glocke, welche in einem mit Wasser gefüllten Behälter schwimmt. M. s. Fig. 451. Dieser letztere muß so tief sein, daß der Gasbehälter g bis zu seiner ganzen Höhe in Wasser eintauchen kann. Das durch das Rohr p von dem Reinigungsapparate herkommende Gas gelangt durch ein, von unten in den Wasserbehälter eintretendes und sich bis über den Wasserspiegel innerhalb des Gasbehälters r erhebendes Rohr t in diesen letzteren; während ein ganz ähnlich gestaltetes Rohr u zum Fortleiten des Gases dient. Daß diese beiden Gasröhre sich bis über den Wasserspiegel erheben, ist aus dem Grunde nothwendig, weil sie sich sonst mit Wasser füllen würden; sie dürfen aber auch nur wenig über den Wasserspiegel hervorragen, um dem Gasometer zu gestatten, fast bis an seinen oberen Boden einzutauchen. Soweit die Einrichtung im Allgemeinen. Es sind indessen noch verschiedene Einzelnheiten, theils über die Konstruktion der Haupttheile, theils über die Vorrichtungen zum Reguliren des Druckes beizubringen.

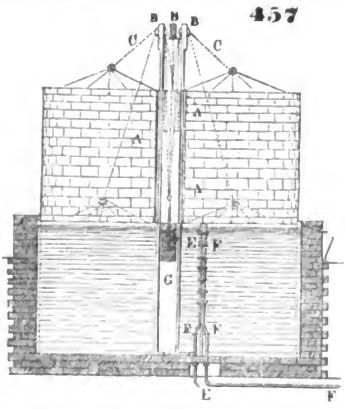
Digitized by Google

Der Wasserbehälter wird, je nachdem die Oertlichkeiten das Eine oder Andere räthlicher erscheinen lassen, entweder in Form einer Grube vertieft angelegt, oder auf dem Erdboden stehend ausgeführt. Vertiefte Wasserbehälter, die im Allgemeinen die meiste Bequemlichkeit darbieten, werden in Form einer zylindrischen Grube, deren Durchmesser den des Gasbehälters nur wenig übertrifft, aus hartgebrannten Steinen mit römischem Zement gemauert. Erhaben stehende Wasserbehälter dagegen werden fast allgemein aus gegossenen oder gewalzten Eisenplatten zusammengebolzt, und mit einem Kitt von Mennige und Leinöl, oder mit Eisenkitt (einem anzufeuchtenden Gemeng von Eisenfeilspänen, wenig Salmiak und Schwefel) gedichtet. In England, wo Gußeisen in allen möglichen Formen leicht und wohlfeil zu erhalten ist, sind solche, auf dem Erdboden aufstehende eiserne Wasserbehälter am meisten gebräuchlich, theils weil sie in der Anlage wohlfeiler sind, theils auch, weil sie sich nöthigen Falls transportiren, ja selbst, in vorkommenden Fällen, wieder veräußern lassen, während ein gemauerter Wasserbehälter, seiner Unbeweglichkeit wegen, einige Unbequemlichkeit mit sich führt, wogegen er aber weit dauerhafter ist, und bedeutende Raumersparniß gewährt. In Frankreich sind gemauerte Wasserbehälter mehr in Gebrauch; der größte in Paris hat 100 Fuß Durchmesser und 50 Fuß Tiefe.

Der Gasbehälter wird aus Tafeln von starkem Eisenblech zusammengenietet, gewöhnlich mit Steinkohlentheer stark überstrichen, und dieses jährlich mindestens ein Mal wiederholt, wodurch er nicht nur vor dem Rosten geschützt, sondern auch zugleich völlig luftdicht gemacht wird. Bei großen Gasometern ist es, um zufällige Verbiegungen, die schon durch das eigene Gewicht veranlaßt werden können, zu vermeiden, nöthig, die Mitte des Deckels durch eiserne Strebestangen im Innern des Gasometers mit den Seitenwänden zu verbinden. Diese Stangen bieten noch den Vortheil dar, den ganzen schweren Apparat um so sicherer an einer Kette in der Mitte des oberen Bodens, wo sich jene Stangen vereinigen, aufhängen zu können.

Die gewöhnlichste Art, die Gasometer aufzuhängen, besteht darin, daß man entweder eine von der Mitte des Deckels ausgehende, oder auch mehrere an der Peripherie desselben befestigte Ketten über Rollen laufen läßt, und an dem entgegengesetzten Ende mit einem Gewichte beschwert. Die Größe dieses Gegengewichts, so wie das Gewicht der Kette, kommen, wie wir weiter unten sehen werden, hierbei sehr wesentlich in Betracht. Die Rollen für die Ketten sind gewöhnlich an einem Querbalken befestigt, der in einem, aus Zimmerwerk bestehenden Gerüste liegt. Bei sehr großen Gasometern ist diese Art der Befestigung der Rollen sehr mißlich, weil ein so langer Balken nicht die nöthige Steifigkeit darbietet. Man hat daher für solche Fälle auf andere Mittel gesonnen, und die in Fig. 457 im vertikalen Durchschnitt dargestellte Einrichtung empfohlen, die unter Anderen bei dem großen oben erwähnten Gasometer des Pariser Gaswerkes angebracht ist. In der Mitte des Gasbehälters nämlich ist ein ebenfalls aus Eisenblech konstruirter Zylinder A, A, A, in

457



einer entsprechenden Oeffnung des Deckels luftdicht eingenietet, und von der Weite, daß er sich über einem, von dem Grunde des Wasserbehälters auslaufenden und bis über den Wasserspiegel erhebenden Zylinder frei auf und ab schieben läßt. Dieser letztere trägt drei vertikale eiserne Stangen oder Säulen, deren obere Enden B, B, B die Rollen enthalten, über welche die Ketten C, C hinweglaufen, die sich innerhalb des mittleren Zylinders vereinigen, um hier mit dem Gegengewichte G belastet zu werden.

Bei dieser Einrichtung wird jedes äußere Gerüst erspart, und die Grundmauer des Wasserbehälters trägt das Ganze. Ein Nebenvortheil, den diese Einrichtung gewährt, ist der, daß der mittlere Zylinder des Wasserbehälters, nebst den drei Stangen, über welchen sich der Gasbehälter schiebt, diesem letzteren zur vertikalen Führung dient. E, E, E und F, F, F sind die beiden Gasröhren.

Die Größe der Gasometer richtet sich nach dem Gasbedarf, führt aber, wenn sie ein gewisses Maß überschreitet, so große Schwierigkeiten mit sich, daß man dann lieber mehrere kleinere, statt eines einzigen unmäßig großen in Anwendung setzt.

Der Inhalt berechnet sich durch Multiplikation der Durchschnittsfläche mit der Höhe; die Durchschnittsfläche aber durch Multiplikation des Quadrates des halben Durchmessers mit der Zahl 3,14. Jener oben erwähnte große Gasometer von 100 Fuß Durchmesser, oder 50 Fuß Halbmesser hat einen Querschnitt von $50 \times 50 \times 3,14 = 7850$ Quadratfuß, und diese mit der Höhe $= 50$ multiplizirt, geben einen Inhalt von 392500 Kubikfuß. Hiervon freilich würde der Raum abgehen, den der mittlere Zylinder einnimmt. Sehr gewöhnlich macht man die Höhe dem halben Durchmesser gleich, weil die Mathematik lehrt, daß ein, an der einen Seite offener Zylinder im Verhältniß zu seiner Oberfläche den größten Rauminhalt darbietet, wenn die Höhe gleich dem halben Durchmesser; da aber beim Gebrauch der Rand des Gasometers nie bis zur Höhe des Wasserspiegels emporsteigen darf, so nimmt man die Höhe etwa 1 Fuß größer, als sie jene Berechnung ergibt.

Um das Gas durch die langen Leitungsröhren fortzutreiben, und aus den feinen Oeffnungen der Brenner ausströmen zu machen, ist natürlich ein gewisser Druck erforderlich, welcher durch das Gewicht des Gasometers bewirkt wird, und sich beim allmäligen Herabsinken desselben stets gleich bleiben muß, weil im entgegengesetzten Falle die Größe der Flammen variiren würde. Ueberließe man nun aber den Gasometer sich selbst, so würde er unfehlbar im Anfange einen sehr bemerklich stärkeren Druck ausüben als späterhin, die Flammen würden mithin allmälig mehr und mehr abnehmen. Die Physik nämlich lehrt, daß ein jeder Körper, in eine Flüssigkeit, z. B. Wasser, untergetaucht, von ihm einen aufwärts wirkenden Druck erleidet, der so groß ist, wie das Gewicht eines gleichen Volumens Wasser. Ist der Körper nur zum Theil eingetaucht, so gilt dieses Gesetz nur für den eingetauchten, nicht für den aus dem Wasser hervorragenden Theil; kurz, ein jeder Körper, er sei ganz oder zum Theil in Wasser eingetaucht, erleidet einen Druck von unten, gleich dem Gewichte des Wassers, welches er verdrängt, verliert also so viel von seinem Gewichte. Dieser Umstand nun kommt bei dem Einsinken des Gasometers in Betracht, denn je tiefer er in das Wasser herabsinkt, je mehr Wasser also durch das Material des Gasometers, des Eisens, verdrängt wird, um so mehr verliert er von seinem Gewichte, und um so geringer wird der Druck, den das Gas erfährt. Soll nun aber der Druck sich unverändert gleich bleiben, so werden wir den Gasometer beim Herabsinken mehr und mehr beschweren müssen, und zwar mit einem Gewichte, gleich dem jedesmaligen Gewichtsverlust, den er im Wasser erleidet, also gleich dem Gewichte des verdrängten Wassers. Statt aber diese zunehmende Beschwerung durch aufgelegte Gewichte

Digitized by Google

zu bewirken, wird fast allgemein das sehr einfache Mittel angewandt, den Gasometer an einer, über eine Rolle laufenden Kette von bestimmtem Gewichte zu hängen. Es ist nun klar, daß derjenige Theil der Kette, der von der Rolle bis zum Gasometer herabreicht (er mag der Kürze wegen die innere Kette heißen) durch sein Gewicht den Zug des Gasometers unterstützt, während der entgegengesetzte Theil (die äußere Kette) diesem Zuge entgegen wirkt. Sinkt nun der Gasometer, so wird in demselben Maße die innere Kette länger, die äußere kürzer, wodurch der beabsichtigte Zweck erreicht wird; und es ist einleuchtend, daß, um eine genaue Kompensation zu erreichen, das Stück der Kette, welches bei dem völligen Herabsinken des Gasometers über die Rolle geht, gerade halb so viel wiegen müsse, als der Gewichtsverlust des Gasometers im Wasser. Man ersieht hieraus, daß, wenn sämmtliche Dimensionen des Gasometers und das spezifische Gewicht des Materials, aus welchem er angefertigt ist, genau bekannt sind, daß sich alsdann das nöthige Gewicht der Kette berechnen lasse. In der Praxis aber hat es damit seine Schwierigkeiten, weil eines Theils das spezifische Gewicht des Eisens durch den oft sehr starken Theerüberzug nicht unbedeutend geändert wird, andern Theils aber das Volumen des zum Eintauchen kommenden Theiles schwierig zu ermitteln ist. Es ist daher für die Praxis bequemer, einen rein empirischen Weg einzuschlagen. Man nehme vorläufig statt der Kette ein hinreichend starkes Seil, bringe den Gasometer im höchsten Punkte durch Gegengewichte gerade in den Gleichgewichtszustand, lasse ihn nun herab, und bestimme die nöthige Belastung des Gasometers, um auch jetzt, im niedrigsten Zustande das Gleichgewicht herzustellen. Die Kette, nämlich das zur Ausgleichung dienende Stück derselben, muß nun so schwer genommen werden, wie ein gleich langes Stück der provisorischen Kette plus der Hälfte der bei dem Versuche gefundenen Belastung. Bei Herstellung des Gleichgewichts-Zustandes ist es am besten, den Hahn einer der beiden Gasröhren ganz zu öffnen, um sicher zu sein, daß der Druck der inneren Luft dem der äußeren völlig das Gleichgewicht halte, und keine Störungen in den Gewichtsbestimmungen veranlasse.

Ob bei diesen Versuchen sich atmosphärische Luft, oder Leuchtgas in dem Gasometer befindet, ist keineswegs gleichgültig; sicherer ist es jedenfalls, ihn mit Leuchtgas zu füllen. Sollte aber zur Zeit noch kein Leuchtgas disponibel sein, so läßt sich, da das durchschnittliche spezifische Gewicht des Leuchtgases bekannt ist, und bei Steinkohlengas zu 0,60 angenommen werden kann, der in Frage stehende Unterschied berechnen. Wenn nämlich ein Kubikfuß atmosphärischer Luft 2,74 Loth, ein Kubikfuß Steinkohlengas dagegen 1,644 Loth wiegt, so wird der Gasometer aus aerostatischen Gründen einen aufwärts wirkenden Druck erfahren, gleich dem Gewichte der hineingehenden atmosphärischen Luft minus dem des hineingehenden Steinkohlengases, also für jeden Kubikfuß Inhalt einen Druck von 1,096 Loth. Hätte man also bei dem Versuche atmosphärische Luft angewendet, so müßte man das für den gefüllten Gasometer gefundene Gegengewicht um so viel Lothe kleiner rechnen, als die Zahl der Kubikfuße des Rauminhaltes multiplizirt mit 1,096.

Gesetzt, man habe das Gewicht der Ausgleichungskette für einen Gasometer von 30 Fuß Durchmesser und 15 Fuß Höhe zu bestimmen, und das Gewicht der 40 Fuß langen provisorischen Kette betrage 160 Pfd. Gesetzt ferner, das nöthige Gegengewicht, um den mit atmosphärischer Luft gefüllten Gasometer auf dem höchsten Punkte im Gleichgewicht zu erhalten, sei zu 7000 Pfd. gefunden. Man senke nun den Gasometer bis auf seinen niedrigsten Stand herab, und bestimme das jetzt nöthige Gegengewicht. Nehmen wir an, es betrage 6518 Pfd., also 482 Pfd. weniger als vorhin, so läßt sich hieraus leicht berechnen, wie groß diese Differenz bei Anwendung von Leuchtgas sein würde. Der Inhalt des Gasometers von den angegebenen Dimensionen ist 10597 Kubikfuß; die

Digitized by Google

Steigkraft eines so großen Volumens Leuchtgas aber 10597 × 1,096 Loth = 363 Pfd. Statt also der anfänglich gefundenen 7000 Pfd. müßte man für Leuchtgas nur 6637 Pfd. rechnen, und die Differenz zwischen dem Gewicht am obern und untern Standpunkt betrüge 6637 — 6518 = 119 Pfd. Mithin müßte das Gewicht eines 15 Fuß langen Stückes der Ausgleichungskette $\frac{119}{2}$ oder $59\frac{1}{2}$ + 60 Pfd. (dem Gewicht eines solchen Stückes der provisorischen Kette), also $119\frac{1}{2}$ Pfd. betragen, womit die Aufgabe gelöset wäre.

Beim nachherigen Gebrauch des Gasometers wird das an die Kette gehängte Gewicht gewöhnlich so justirt, daß die eingeschlossene Luft einen Druck von $1\frac{1}{2}$ Zoll Wasserhöhe erleidet. Theoretisch läßt sich auch das hierzu nöthige Gewicht berechnen, wenn alle übrigen Data genau gegeben sind. Da dieß aber selten der Fall, so ist es auch hier am sichersten, das Gewicht empirisch, mit Benutzung eines, an einer der Gasröhren angebrachten Wassermanometers zu bestimmen. Nachdem also eine Ausgleichungskette von richtigem Gewichte angebracht worden, justirt man das Gegengewicht so, daß bei verschlossenen Hähnen das Manometer einen Wasserdruck von $1\frac{1}{2}$ Zoll anzeigt.

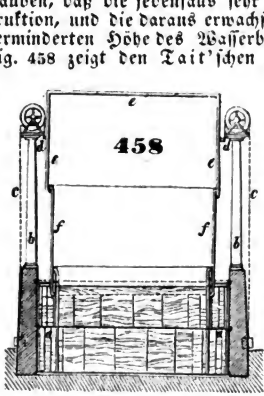
Da sich die räumlichen Inhalte zweier ähnlich gestalteter Körper wie die Würfel, die Oberflächen, also ihre Gewichte (gleiche Blechstärke vorausgesetzt) sich aber wie die Quadrate der Durchmesser verhalten, so ist der Inhalt eines großen Gasometers im Verhältnisse zu seinem Gewichte größer, als der eines kleineren. Da aber die Steigkraft des eingeschlossenen Leuchtgases mit dem kubischen Inhalte in geradem Verhältnisse steht, so sieht man leicht, daß zum Aequilibriren eines großen Gasometers ein verhältnißmäßig kleineres Gegengewicht gehört, als zu einem kleineren. Die Ausgleichungskette anlangend, so können auch hier andere Verhältnisse bei sehr großen Gasometern eintreten. Der durch das Wasser bewirkte Auftrieb nämlich, also der Gewichtsverlust des Gasometers beim Einsenken in das Wasser steht mit der Größe des eingesenkten Theiles, also, bei gleicher Blechstärke, mit der Oberfläche des Gasometers, daher auch mit dem Quadrate des Durchmessers in geradem Verhältniß, während die Steigkraft des Gases ein kubisches Verhältniß beobachtet. Es kann daher bei einem großen Gasometer der Fall eintreten, daß er, mit Steinkohlengas gefüllt, beim langsamen Herabsinken einen allmälig zu-, nicht abnehmenden Druck hervorbringt, denn der Druck nimmt zu, so wie sich der Gasgehalt vermindert, dagegen ab, so wie der, in das Wasser sich einsenkende, Theil wächst. Da nun die Zunahme des Gewichtes im kubischen, die Abnahme im quadratischen Verhältniß des Durchmessers Statt findet, so ist klar, daß bei einer gewissen Größe des Gasometers die Gewichtszunahme während des Herabsinkens die Gewichtsabnahme überwiegen kann.

In diesem Falle müßte statt der Ausgleichungskette eine gerade entgegengesetzt wirkende Vorrichtung angebracht werden. Da inzwischen sehr große Gasometer auch aus stärkerem Blech angefertigt zu werden pflegen, so kommt dieser Fall nicht eben häufig vor. Bei einem gewissen Verhältniß zwischen den Dimensionen des Gasometers und dem spezifischen Gewichte des Gases würde ohne alle künstlichen Mittel eine vollständige Kompensation möglich sein, wenn nämlich die Steigkraft des Gases dem Gewichte des verdrängten Wassers genau gleich wäre, weil dann der Gasometer beim Herabsinken auf der einen Seite eben so viel am Gewicht verlieren, wie auf der andern Seite gewinnen würde.

Bei Gasometern für Oelgas, dessen spezifisches Gewicht von dem der atmosphärischen Luft wenig abweicht, sind alle jene Berechnungen weit einfacher, weil die Steigkraft des Gases nicht berücksichtigt zu werden braucht.

Digitized by Google

Es ist nun noch eines neuerlich von Mr. Tait erfundenen Gasometers Erwähnung zu thun, der vor den gewöhnlichen Gasometern den Vorzug hat, eines weit kleineren Wasserbehälters zu bedürfen. Da der Erfinder seit längeren Jahren mit mehreren Gaswerken in Verbindung steht, und die Mängel und Vortheile der gewöhnlichen Gasometer sehr genau kennen muß, so ist allerdings wohl anzunehmen, daß diese seine Erfindung in gewissen Fällen Vortheile darbieten werde; sonst freilich sollte man glauben, daß die jedenfalls sehr bedeutenden Schwierigkeiten der Konstruktion, und die daraus erwachsenden Kosten, den Vortheil einer etwas verminderten Höhe des Wasserbehälters reichlich kompensiren müßten. Fig. 458 zeigt den Tait'schen Gasometer im vertikalen Durchschnitt.



In dem Wasserbehälter a a befindet sich der aus zwei oder drei einzelnen Zylindern bestehende Gasometer, dessen Theile sich wie die Auszüge eines Teleskopes über einander schieben. Das oberste Stück e e e von dem größten Durchmesser ist oben geschlossen, während die übrigen an beiden Seiten offen sind. Der obere Rand des unteren Stückes ist mit einer etwa 2 Zoll langen, abwärts gebenden Umbiegung (einer Art offenem Falz) versehen, welche sich genau, wenn auch nicht luftdicht, an die innere Wandung des zweiten Stückes anlegt. Das zweite Stück f f ist an dem unteren Rande mit einem ähnlichen, nach innen gekehrten Falz ausgestattet, oben dagegen gerade so, wie das erste Stück, abwärts umgelegt. Auf ganz dieselbe Art endlich, wie der untere Rand des zweiten Stückes, ist auch der des dritten gestaltet. Wenn sich nun zuvörderst alle drei Zylinder über einander geschoben haben und in dem Wasserbehälter befinden, und man läßt das Gas eintreten, so hebt sich zuerst das obere Stück e, während f noch in dem Wasserbehälter beharrt. Ist der erste soweit gestiegen, daß die beiden Umlegungen des Randes, wie bei einem einfachen Falz in einander fassen, so hebt sich nun auch das zweite Stück f f, und beide werden bei fortwährendem Einströmen des Gases so weit gehoben, bis endlich das zweite Stück in den Rand des dritten eingreift und auch dieses mit in die Höhe nimmt. Der luftdichte Verschluß wird hierbei durch das Wasser gebildet, welches sich in den rinnenförmigen Aufbiegungen der unteren Ränder befindet, und in welches die abwärts gekrümmten oberen Ränder der nächstfolgenden Stücke sich einsenken. Gerade aus diesem Zwecke jener Umbiegungen ergibt sich die Nothwendigkeit, ihnen eine Tiefe von mindestens 2 Zoll zu geben, denn da das Gas unter einen Druck von etwa 1½ Zoll Wasserhöhe gebracht werden muß, also innerhalb des Gasometers das Wasser um 1½ Zoll tiefer steht, als an der Außenseite, so bleibt bei einer Tiefe jener Rinnen von 2 Zoll, nur noch ½ Zoll Wasserliederung übrig; so daß es selbst der Sicherheit wegen, und um Gasverlust zu vermeiden, rathsam ist, die Tiefe der Umbiegungen noch größer zu nehmen. Es darf jedoch nicht unerwähnt bleiben, daß in der Figur die Höhe des Wasserbehälters und des Wassers durch Versehen zu niedrig angegeben ist; denn das Wasser muß begreiflicher Weise bis an den Rand der untersten Abtheilung des Gasometers stehen.

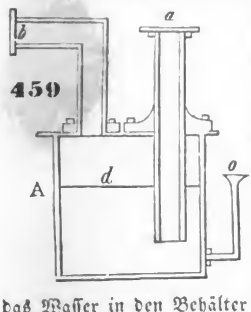
Die übrigen Theile des Apparates, besonders die Anordnung der Rollen, die sich auf den Säulen b b befinden, und über welche die, mit den Gegengewichten beschwerten Ketten c c laufen, welche an einem

Digitized by Google

Ringe d d befestigt sind, der den oberen Theil des Gasometers umgibt, sind aus der Figur zu entnehmen.

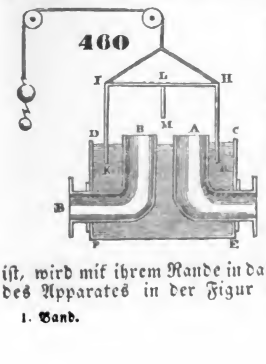
Da die Gasometer nicht selten ganz im Freien, oder doch nur unter einer leichten Bedachung, mithin dem Froste ausgesetzt sind, so ist es sehr wesentlich, das Wasser vor dem Gefrieren zu schützen. Am leichtesten ist dieß durch einen kleinen Dampfkessel zu erreichen, aus welchem die Dämpfe in das Wasser des Wasserbehälters einströmen.

Anstatt der gewöhnlichen Einrichtung, nach welcher das Gas aus dem Reinigungsapparate geradezu in den Gasometer geleitet wird, ist es in einzelnen Fällen besonders da, wo der oben beschriebene Reinigungsapparat mit Heu und Kalk benutzt wird, nicht unzweckmäßig, zwischen ihm und dem Gasometer einen Apparat anzubringen, der den Rücktritt des Gases aus dem Gasometer verhindert. M. s. Fig. 459. Es ist



ein kleiner, überall geschlossener Behälter A, in welchen die zwei Gasröhren a und b einmünden; die erstere derselben, a, welche mit dem Reinigungsapparate kommunizirt, reicht bis zu einer gewissen Tiefe in dem Behälter herab, während die andere, nach dem Gasometer führende Röhre b, aus dem oberen Boden des Behälters ausläuft. Eine dritte kleinere Seitenröhre o, tritt nahe über dem unteren Boden in den Behälter, welcher beim Gebrauch durch diese Rohre so weit mit Wasser gefüllt wird, wie das Niveau ihrer äußeren Oeffnung gestattet. Man sieht, daß das von a einströmende Gas nur einen kleinen Druck auszuüben braucht, um durch das Wasser in den Behälter zu dringen und so in den Gasometer zu gelangen, während der entgegengesetzte Weg so gut wie ganz abgesperrt ist. Bei allen Reinigungs-Apparaten mit Kalkmilch ist der Rücktritt des Gases ohnehin nicht möglich, daher bei diesen ein solcher Sicherungsapparat entbehrlich ist. Ein zweiter Vortheil aber, den er gewährt, ist Ursache, daß man ihn dennoch nicht selten angebracht findet. Er dient nämlich als eine Theerzisterne für diejenige, freilich sehr kleine Menge von Theer, die sich in der von dem Reinigungsapparat nach dem Gasometer führende Röhre noch absetzen kann, und muß daher an dem tiefsten Punkte dieser Rohre angebracht werden.

Um den Abfluß des Gases nach der Gasleitung beliebig unterbrechen zu können, muß das erste Hauptableitungsrohr mit einem Hahn, oder einer sonstigen Vorrichtung zum Absperren versehen werden. Da ein Hahn von so großer Weite, wie er zu diesem Zwecke erforderlich sein würde, nicht nur sehr kostbar, sondern auch schwer zu regieren wäre, so wird gewöhnlich statt seiner die in Fig. 460 abgebildete Vorrichtung angewendet. Sie besteht in einem eisernen Kasten C D E F, in welchen zwei knieförmig aufgebogene Stücke der Gasleitung, A und B B dergestalt eingesetzt sind, daß ihre inneren Oeffnungen bis über das Niveau des Wassers hinaufreichen, mit welchem der Kasten gefüllt wird. Eine kleine blecherne Trommel G H I K, die in ihrer Mitte eine querdurchgehende Scheidewand L M enthält, und an einer Schnur aufgehängt



ist, wird mit ihrem Rande in das Wasser eingelassen. So wie die Stellung des Apparates in der Figur dargestellt ist, stehen die Rohrentheile A

und B in Kommunikation, und das Gas gelangt mithin ohne Hinderniß aus der einen in die andere. Soll dagegen der Durchfluß des Gases abgeschnitten werden, so läßt man die Trommel so weit herab, daß die Scheidewand einige Zoll tief in das Wasser eintaucht.

Nach Beschreibung des Apparates wenden wir uns nun zu der Benutzung desselben, besonders zu der Arbeit bei den Retorten.

Daß sie nach dem Oeffnen und Ausziehen der Kokes sofort glühend wieder mit Kohlen, und zwar möglichst schnell, beschickt und geschlossen werden müssen, ist bereits oben erwähnt, und zwar nicht nur der Zeit- und Brennstoff-Ersparung, sondern auch der Beschaffenheit des Gases wegen, insofern die Erfahrung gezeigt hat, daß beim langsamen, allmäligen Erhitzen der Steinkohlen ein weniger stark leuchtendes Gas gewonnen wird. Die Destillation wird im Allgemeinen etwa 6 Stunden fortgesetzt, obgleich das in den letzten Stunden erfolgende Gas bedeutend weniger gut ist, als das erste. Aus einer der unten vorkommenden Tabellen ergibt sich dieß ganz unzweifelhaft.

Die Produkte an Gas, Kokes u. s. w. anlangend, die aus verschiedenen Kohlensorten erhalten werden, so ergeben sie sich ebenfalls aus den weiter unten angefügten Tabellen.

Das Heizen der Retorten wird entweder mit den gewonnenen Kokes, oder, wo diese zu einem guten Preise abzusetzen sind, mit schlechteren Steinkohlen bewirkt. Feuert man mit Kokes, so geht durchschnittlich die Hälfte der gewonnenen darauf.

II. Oelgas. Durch trockne Destillation fetter Oele. Diese Art der Gasbereitung ist weit später aufgekommen, als die aus Steinkohlen, und wird auch jetzt noch wenig im Großen betrieben, weil das Oelgas, obgleich heller brennend, als Steinkohlengas, bedeutend kostbarer ist, so daß die ökonomischen Verhältnisse an allen Orten, wo überhaupt Steinkohlen zu einem einigermaßen niedrigen Preise zu haben sind, sich zu Gunsten dieser letzteren gestalten. Die Oel-Gasbereitung dagegen ist kompendiöser, theils weil der Apparat, um dieselbe Wirkung zu machen, in allen Theilen bedeutend kleiner sein darf, als ein Steinkohlengasapparat, theils weil die so beschwerliche, eine beständige Beaufsichtigung erfordernde Reinigung mit Kalk unnöthig ist. Für kleinere Anstalten in Privathäusern ist daher das Oelgas vorzuziehen. Die Kosten von Oelgas können durchschnittlich auf etwa das Sechsfache von denen des Steinkohlengases angenommen werden, während die Leuchtkraft etwa 2½ bis 3 Mal größer ist, so daß mithin dieselbe Lichtmenge aus Oelgas etwa doppelt soviel kostet, als aus Steinkohlengas. Dennoch kann die Benutzung von Oelgas im Vergleich zu der gewöhnlichen Oellbeleuchtung, ganz abgesehen von den übrigen Vorzügen und Bequemlichkeiten, wesentlichen Vortheil bringen, weil ein jedes, auch das allerschlechteste unreinste Oel dazu anwendbar ist.

Die Beschreibung des Oelgasapparates kann in wenigen Worten zusammengefaßt werden, da er mit dem zu Steinkohlengas fast völlig übereinstimmt, nur daß bei ihm der Reinigungsapparat wegfällt, und auch die Kühlvorrichtung entbehrlich ist, so daß mithin das Gas von der Theer- oder vielmehr Oeldünste unmittelbar in den Gasometer geleitet werden darf. Der wesentliche Unterschied liegt nur darin, daß nicht, wie bei den Steinkohlen, eine größere Quantität mit einem Male in die Retorte gebracht, sondern daß das Oel allmälig, und in dem Maße, wie die Zersetzung fortschreitet, durch einen Trichter in einem feinen Strahl eingeleitet wird. Da ferner auch bei dem Oel das Leuchtgas um so besser ausfällt, je plötzlicher und rascher die Zersetzung vor sich geht, so füllt man die Retorte in Voraus mit irgend einem porösen, feuerbeständigen Körper, gewöhnlich Kokes, oder Ziegelsteinen, auf welchen sich das Oel weit ausbreiten und daher um so schneller zersetzen kann.

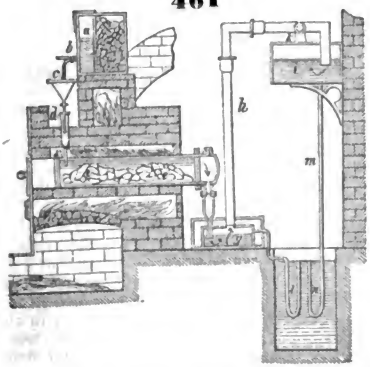
Da sich bei der Destillation des Oeles, zumal unreiner Oelsorten, eine gewisse Menge Kohle absetzt, welche mit der Zeit die feineren

Digitized by Google

Poren der Kokes verstopft, so ist es nothwendig, von Zeit zu Zeit, etwa alle 14 Tage, die Retorte zu entleeren, und sie mit frischen Kokes zu versorgen. Das in der Oelzisterne sich sammelnde Oel kann stets dem frischen Oele zugemischt, und so von Neuem der Destillation unterworfen werden, so daß sich das angewendete Oel bis auf die unbedeutende Menge der abgeschiedenen Kohle vollständig in Gas verwandelt.

III. Harzgas. So wie die Oele, liefern auch alle Harze bei der trockenen Destillation ein brauchbares, obwohl nicht so stark leuchtendes Gas, dessen Darstellung nur in so fern eine besondere Einrichtung des Aparates erheischt, als die Harze, um in die Retorte einzufließen, vorher geschmolzen werden müssen. Fig. 461 zeigt einen solchen Apparat, auf welchen dem Erfinder, Professor Daniel, ein Patent ertheilt, und der unter Anleitung desselben von Taylor und Martineau im Großen ausgeführt worden ist. Da inzwischen das Harzgas hinsichtlich der Leuchtkraft dem Steinkohlengase ziemlich gleich steht, dagegen aber die Harze, selbst die unreinsten, an den allermeisten Orten, besonders in England, weit kostbarer sind als Steinkohlen, so ist dieses Gas im Allgemeinen nicht mit Vortheil darzustellen, und die Bereitung desselben in England nach sehr kostspieligen Versuchen wieder aufgegeben worden*). Ure spricht sich über diese Erfindung, freilich nur in Beziehung auf England, folgender Maßen aus: „Ich habe dieses Projekt hier eingeschaltet, nicht sowohl um zur Nachahmung anzureizen, als vielmehr, um ein warnendes Beispiel aufzustellen, welches recht augenscheinlich darthut, wie gefährlich es ist, neue Erfindungen sogleich in großem Maßstabe ohne alle Ueberlegung ins Blaue hinein zum Gegenstande industrieller Spekulationen zu machen, ohne vorher durch Versuche in kleinerem Maßstabe sich von der Wahrscheinlichkeit des Erfolges überzeugt zu haben. Unermeßlich sind die Kapitalien, Mühen und Zeitverlust, die jährlich auf solche, von Stuben-Chemikern ausgebrütete Projekte vergeudet werden. Man könnte in der That der Industrie keinen größern Dienst erweisen, als dadurch, daß man die tausend und aber tausend chimärischen Erfindungen, die in den letzten 30 Jahren die Patentlisten entehrt haben, in ihrer ganzen Blöße aufdeckte. Was mich veranlaßt, gerade bei dem hier vorliegenden Gegenstande diese Bemerkungen einfließen zu lassen, ist, daß nicht weniger als 50000 Lstr. der Harzgasbereitung zum Opfer gefallen sind; ein Faktum, das ich der Mittheilung eines bedeutenden Kapitalisten verdanke, der sich durch trügerische Vorspiegelungen verleiten ließ, sich bei dieser Spekulation mit einer bedeutenden Summe zu betheiligen. Hätte man 100 Lstr. darauf verwendet, die Erfindung durch einen verständigen Sachkenner in kleinerem Maßstabe prüfen zu lassen, und die ökonomischen

461



*) In Frankfurt a. M. ist gegenwärtig Beleuchtung mit Harzgas eingeführt. Anm. der Beard.

Digitized by Google

Verhältnisse einer sorgfältigen, nüchternen Durchmusterung zu unterziehen, so würde es sich sonnenklar gezeigt haben, daß Harzgas nie mit Steinkohlengas konkurriren kann. Der ganze Aufwand sinnreicher Kombinationen, der auf den gleich zu beschreibenden Harzgas-Apparat verwendet ist, kann nur als ein Irrlicht gelten, wodurch das Publikum vom rechten Wege abgeleitet und dem Abgrunde zugeführt wurde. Bei allen neuen Unternehmungen muß zuerst die Verständigkeit des Prinzips ins Klare gestellt sein. Wird diese Regel vernachlässigt, so verfallen die Unternehmer unfehlbar dem strafenden Geschick der Danaiden."

Man sieht bei e, Fig. 461, die mit Kokes beschickte Retorte, die in dem Ofen beständig in Rothglühhitze gehalten wird. Der obere Behälter a dient zum Schmelzen des Harzes, nämlich des im Handel vorkommenden ordinären braunen Harzes, und ist zu dem Ende durch ein Drahtgewebe f in zwei Abtheilungen getheilt, deren eine zur Aufnahme des rohen, die andere zur Ansammlung des geschmolzenen Harzes dient. Das Drahtgewebe hat den Zweck, nicht nur das ungeschmolzene Harz, sondern auch die gröberen Unreinigkeiten, die gewöhnlich darin vorkommen, zurückzuhalten. In diesem Behälter wird zugleich die Mischung des frischen Harzes mit dem flüchtigen Oel, das sich bei der Destillation erzeugt und in dem Verdichtungsapparate kondensirt, in dem Verhältniß von 100 Pfd. Harz zu 10 Gallons (ebenfalls circa 100 Pfd.) Oel gemacht. Die aus dem Retortenofen aufsteigende Flamme dient, wie man sieht, noch zum Schmelzen des Harzes, und kann mittelst eines Registers beliebig regulirt werden. Das geschmolzene Harz gelangt durch den Hahn b, den Trichter c und das Rohr d in die Retorte, fällt auf die glühenden Kokes, und wird hier, während des langsamen Fortfließens, zersetzt. Das Gas gelangt nebst den kondensirbaren Dämpfen durch eine abwärts steigende Röhre in den Kondensator g, der sich innerhalb eines mit kaltem Wasser gefüllten Behälters befindet; setzt hier den größten Theil des flüchtigen Oeles ab, und steigt durch die Gasröhre h in einen zweiten Kondensator, in welchem sich noch etwas Oel verdichtet, worauf es nun völlig gereinigt durch das Rohr k nach dem Gasometer strömt. Durch zwei heberförmig gebogene Röhren l und m n sammelt sich das Oel in einem größeren Reservoir, um demnächst wieder mit neuem Harz zusammengeschmolzen, und abermals in die Retorte gelassen zu werden.—

Benutzung des Gases.

1) Fortleitung und Vertheilung. Hiezu dienen eiserne, bleierne, kupferne und messingene Röhren, von welchen die ersteren wieder entweder gegossen oder geschmiedet sein können. Die Hauptleitungsröhren werden fast immer aus Gußeisen genommen, und müssen vollkommen luftdicht sein, daher man jedes Röhrenstück vor seiner Verwendung durch gewaltsames Einpumpen von Wasser auf seine Dichtigkeit untersucht. Kleine Fehler können wohl ausgebessert, bei größeren Fehlstellen aber muß das Rohr ganz verworfen werden. Undichtigkeiten der Röhrenleitungen führen manche Uebelstände herbei; denn ganz abgesehen von dem Gasverluste, können dadurch Erstickungen der bei den Röhrenleitungen beschäftigten Arbeiter, Nachtheil für die in der Nähe wachsenden Bäume (wie dieß z. B. in Paris auf dem Boulevart des Italiens der Fall war) und eine Belästigung des Publikums durch den widerlichen Geruch des Gases entstehen. Schmiedeiserne Röhren finden besonders zu den engeren Nebenleitungen Anwendung, zu welchen inzwischen Blei, seiner Biegsamkeit wegen, fast noch bequemer ist.

Ein sehr wichtiger Punkt ist die richtige Weite der Haupt- und Nebenröhren; zu eng würden sie namentlich die Fortbewegung des Gases erschweren, zu weit dagegen nicht nur unnöthige Kosten machen, sondern auch das Gas verschlechtern; denn es ist durch vielfache Versuche erwiesen, daß das Leuchtgas um so mehr von seinem Leuchtvermögen verliert, je älter es ist, ohne Zweifel durch fortschreitende Verdichtung der in dem Gase eingemengten Dämpfe von flüssigem Kohlenwasserstoff,

Digitized by Google

dessen wesentlicher Einfluß auf die Leuchtkraft eines Gases bereits oben angeführt ist. Die nothwendige Weite der Röhren hängt inzwischen nicht allein von der Menge des in einer gewissen Zeit hindurch zu leitenden Gases, sondern auch von der Länge der Röhrenleitung selbst ab, indem der Widerstand durch Reibung mit der Länge zunimmt. Zur Berechnung des Röhrenkalibers gibt Prechtl die Formel $D = \frac{k\sqrt{L}}{455{,}000}$, in welcher D den Durchmesser, L die Länge, k die Gasmenge in Kubikfußen pr. Stunde bezeichnet. Hieraus berechnen sich folgende Werthe:

Anzahl von Kubikfußen Gas in 1 Stunde.	Röhrenlänge.	Durchmesser.
50	100 Fuß	0″40
200	250	1″00
500	600	1″97
700	1000	2″65
1000	1000	3″16
1500	1000	3″87
2000	1000	4″47
2000	2000	5″32
2000	4000	6″33
2000	6000	7″
6000	1000	7″75
6000	2000	9″21
8000	1000	8″95
8000	2000	10″65

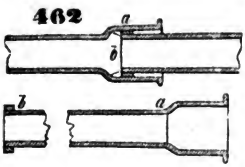
Hiebei ist vorausgesetzt, daß die Gasmenge in der ganzen Leitung sich unverändert gleich bleibt. Ist dagegen die Leitung mit Ableitungsröhren versehen, wodurch sich das in der Hauptröhre fortzuleitende Gasquantum allmälig vermindert, so kann natürlich auch der Durchmesser der letzteren in entsprechendem Verhältnisse verkleinert werden; nur gibt man Hauptröhren nicht gerne weniger als 2 Zoll inneren Durchmesser, weil sonst das Ansetzen der Nebenröhren zu unbequem wird.

Die in die Häuser führenden Ableitungsröhren sind entweder, wenn nämlich der Durchmesser gegen 2 Zoll betragen muß, auch aus Eisen gegossen, oder gewöhnlicher aus Stabeisen oder Blei angefertigt; die letzten unmittelbar zu den Brennern führenden Röhren können von Messing, Blei oder Kupfer gemacht werden. Blei ist hiezu am allerbequemsten, hat aber den Uebelstand, daß es seiner Weichheit wegen sich nicht selber tragen kann, und demnach in horizontalen Forterstreckungen gut unterstützt werden muß. Wo daher eine gewisse Steifigkeit gefordert wird, ist Messing das brauchbarste Material. Die Weite dieser letzten Röhrenverzweigungen könnte zwar nach jener Formel außerordentlich klein sein, wird aber nie unter ½ Zoll genommen, weil alle zu enge Röhren nicht nur unbequem zu handhaben sind, sondern auch eine weniger ruhige und gleichmäßig brennende Flamme bedingen.

Die allergrößte Aufmerksamkeit und Sorgfalt ist auf die Verbindungen der einzelnen Röhrentheile zu verwenden, weil nachherige Reparaturen, ja selbst das Auffinden der undichten Stellen mit großer Mühe, bedeutenden Kosten und höchst unangenehmen Störungen unvermeidlich verknüpft sind. Es gilt dieses sowohl für die Verbindung der einzelnen Theile der Hauptröhrenleitung, als auch besonders für die Anfügung der Nebenröhren.

Die Verbindung der gußeisernen Röhrenstücke der Hauptleitung geschieht auf folgende Art. Jedes der etwa 8 Fuß langen Rohrenstücke ist an der einen Seite mit einer Schnauze a Fig. 462, an dem entgegengesetzten Ende aber mit einem Wulst b versehen, dessen äußerer Durchmesser mit dem inneren der Schnauze übereinstimmt. Beim Legen der Röhren

Digitized by Google



wird allemal der Wulst der einen Röhre in die Schnauze der nächstfolgenden eingesteckt, und der hintere Zwischenraum auf die Art völlig luftdicht zugemacht, daß man zuerst ein aus Werg leicht zusammengedrehtes, und mit Steinkohlentheer getränktes Seil in jenen Zwischenraum einlegt, und mittelst eines stumpfen Meißels fest eintreibt, hierauf in den noch etwa zur Hälfte freien Zwischenraum Blei eingießt, und dieses mit großer Gewalt, ebenfalls mittelst eines stumpfen Meißels, fest antreibt. Andere Verbindungsarten, bei welchen die mit einer angemessenen Liederung versehenen Röhren mit Schrauben zusammengezogen werden, können allerdings den Vortheil darbieten, daß sie in etwa vorkommenden Fällen gestatten, die Rohren ohne große Schwierigkeit aus einander zu nehmen, sind aber kostspieliger und, da die eben beschriebene Verbindungsart, mit Sorgfalt ausgeführt, einen vollkommen dichten und ganz dauerhaften Verschluß bildet, weniger gebräuchlich. Auch lassen sich mit Blei vergossene Röhren recht gut aus einander nehmen, indem man durch untergelegte glühende Kohlen das Blei herausschmilzt. Um beim ersten Legen der Röhren die Arbeit zu erleichtern, kann man je zwei Rohrenstücke über der Erde mit einander verbinden, die so erhaltenen 16füßigen Stücke in die aufgegrabene Vertiefung einlegen, und unter einander in Verbindung bringen. Mehr als zwei, oder höchstens drei Stücke vorher zu verbinden, ist nicht rathsam, weil beim Handhaben und Herabsenken längerer Röhrenverbindungen gar leicht kleine Biegungen innerhalb der Schnauzen eintreten können, wodurch das Blei, so gut es auch vorher eingetrieben sein mochte, seines festen Anschließens an die Wände der Röhren beraubt werden kann.

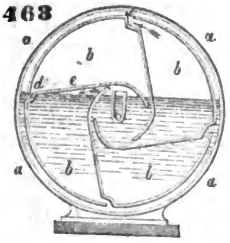
Die Röhren müssen gehörig tief eingegraben werden, um den Abwechselungen der Temperatur während Winter und Sommer möglichst wenig zu unterliegen. Gußeisen dehnt sich beim Erwärmen von 0° bis 100° um $^1/_{900}$ der Länge nach aus. Gesetzt, die Temperaturänderungen, denen ein 8füßiges Rohr unterläge, betrügen nur 10°, so würden die Ausdehnungen und Zusammenziehungen sich auf etwa ¼ Linie belaufen. Zwar müssen streng genommen schon hierdurch kleine Verschiebungen an den Bleiverbindungen eintreten, die aber wohl keine erhebliche Undichtigkeiten zur Folge haben werden; sind aber die Temperaturänderungen bedeutend, so können schon bemerkliche Gasverluste vorkommen. Wo es nöthig ist, eine Hauptleitung mit einem größern Nebenarme in Verbindung zu setzen, wird an dieser Stelle ein Rohrenstück mit einem angegossenen kurzen Knierohr eingesetzt, und an dieses letztere die Nebenleitung angefügt.

Die luftdichte Verbindung der kleineren Ableitungsröhren, durch welche das Gas den einzelnen Häusern zugeführt wird, geschieht ganz gewöhnlich auf die Art, daß man in das Hauptrohr ein Loch von etwa 1 Zoll Durchmesser einbohrt, in dieses ein Schraubengewinde einschneidet, und ein, mit einem entsprechenden Gewinde versehenes Rohr von Schmiedeisen fest einschraubt. An dieses können dann bleierne, eiserne oder messingene Röhren, sei es durch Löthung, sei es mittelst Verschraubungen, befestigt werden.

Es kann unter Umständen wichtig sein, die Menge des in einem Gebäude verbrauchten Gases genau zu ermitteln, wenn z. B. Grund zu der Vermuthung vorhanden ist, daß der Hauseigner die Gaslampen länger, als bis zu der kontraktmäßig bestimmten Zeit, vielleicht gar zu dieser oder jener Absicht während des Tages, brennen läßt. Um in solchen Fällen die nöthige Kontrolle zu führen, dienen eigene Gasmesser, Apparate nämlich, durch welche die gesammte, in einem Gebäude zur Verbrennung kommende Gasmenge mit größter Genauigkeit gemessen und verzeichnet wird. In der Fig. 463 ist der in England am meisten gebräuchliche, ungemein sinnreich konstruirte Gasmesser abgebildet. Er

Digitized by Google

463



besteht in einer kurzen liegenden Trommel a a, welche bis auf zwei Oeffnungen, die zum Ein- und Ausströmen des Gases dienen, überall geschlossen ist. Innerhalb dieser Trommel ist eine zweite von etwas kleinerem Durchmesser, welche in der aus der Figur ersichtlichen Art in vier Abtheilungen getheilt, und auf einer drehbaren horizontalen Achse befestigt ist. Die Oeffnung zum Einströmen des Gases befindet sich in der Mitte des einen Bodens der äußern Trommel, und trägt ein kurzes Rohr c, welches durch eine Oeffnung in dem zunächst liegenden Boden der inneren Trommel hindurchgehend, hier mit einem aufwärts gebogenen Knie versehen ist. Die horizontale Achse der inneren Trommel ruhet in zwei Lagern, deren eines sich an dem Knierohr bei c, das andere in einem schmalen vertikalen Wasserbehälter befindet, der an jener Seite der Trommel, die dem Einströmungsrohr c gegenüberliegt, angebracht ist. Die zweite zum Ausströmen des Gases bestimmte Oeffnung endlich kann an irgend einer beliebigen Stelle der äußeren Trommel, nur oberhalb des Niveaus des Wassers liegen, mit welchem der Apparat bis zu der, in der Figur angedeuteten Höhe gefüllt ist.

Die Wirkung ist nun folgende: Das durch die Röhre c einströmende Gas gelangt zunächst in die mittlere kreisförmige Abtheilung der inneren Trommel oberhalb des Wassers, tritt von hier in der Richtung des kleinen Pfeiles in die Abtheilung b unten zur linken Hand und drückt die Scheidewand e in die Höhe, wodurch die mittlere Trommel in Drehung geräth. Das in den beiden oberen Abtheilungen b b befindliche Gas findet während dem freien Abzug durch die Oeffnungen d d, durch welche es in die äußere Trommel gelangt, und aus dieser durch die Ausströmungs-Oeffnung abgeleitet wird. Hat sich die innere Trommel um den vierten Theil eines Kreises umgedreht, so gelangt das Gas in die nächstfolgende Abtheilung, und setzt auf diese Art, während seines Durchganges durch den Apparat, die Drehung fort. Das in dem Nebenbehälter befindliche Ende der Achse nun ist mit einem kleinen konischen Rade ausgestattet, welches in ein zweites ähnliches, an einer vertikalen Welle sitzendes Rad eingreift, so daß diese Welle die Drehungen der inneren Trommel mitzumachen genöthigt ist. Indem endlich diese Welle mit einem einfachen Räderwerke verbunden ist, treibt sie einen Zeiger vor einem Zifferblatte um, wodurch die Zahl der Umgänge, und also auch, da der Inhalt des Apparats bekannt, die Gasmenge in Kubikfußen angezeigt wird, welche seit dem Augenblicke, wo die Beobachtung anfing, durch den Gasmesser passirte.

2) Einrichtung der Brenner oder Schnäbel. Die mit wenigen Ausnahmen fast allgemein übliche und durch die Erfahrung am meisten bewährte Art, das Gas zur Wirkung zu bringen, besteht darin, es aus einzelnen kleinen runden Löchern von höchstens $\frac{1}{20}$ Zoll für Steinkohlengas, oder $\frac{1}{10}$ Zoll für Oelgas ausströmen zu lassen. Sehr gewöhnlich werden mehrere solcher Oeffnungen in demselben Schnabel angebracht, doch hat man auch Brenner mit nur einer Oeffnung. Die Zuleitungsröhre ist immer mit einem kleinen Hahn versehen, wodurch man es in seiner Gewalt hat, die Größe der Flamme beliebig zu reguliren. Bei Straßenlaternen gibt man den Brennern gewöhnlich drei Oeffnungen, die in etwas divergirender Richtung durchgebohrt sind, so daß drei einzelne, fast aus einem Punkte auslaufende, nach oben zu stark divergirende Flammen erscheinen. Zum Zweck der Zimmerbeleuchtung sind argand'sche Brenner am meisten üblich, welche in Gestalt eines hohlen ringförmigen Zylinders geformt sind, dessen oberer Rand mit

Digitized by Google

einer mehr oder weniger großen Zahl nahe beisammen liegender Oeffnungen versehen ist. Die Erfahrung nämlich hat dargethan, daß die Leuchtkraft zweier getrennt brennender Flammen merklich geringer ist, als wenn dieselben Flammen sich so nahe neben einander befinden, daß sie sich berühren und zu einer breiten Flamme zusammenfließen, weil hiedurch die Oberfläche vermindert, der innere Raum daher, in welchem sich die weißglühenden leuchtenden Kohlentheilchen befinden, vergrößert wird. Die Leuchtkraft kann durch diese Anordnung um die Hälfte erhöhet werden. Die Flamme der argand'schen Gasbrenner, obgleich eigentlich ein Bündel vieler einzelner Flammen, erscheint als eine einzige große, hohle oder ringförmige Flamme, welche genau so, wie die gewöhnlichen Oellampen, durch einen äußeren und einen inneren Luftzug unterhalten wird. Den Oeffnungen dieser Brenner kann man einen geringeren Durchmesser geben, als denen der für einzelne Flammen bestimmten. Man rechnet für Steinkohlengas $^1/_{...}$, für Oelgas $^1/_{40}$ Zoll, und bohrt sie in Entfernungen von $^1/_8$ Zoll für Steinkohlen- und $^1/_4$ Zoll für Oelgas durch.

Von großem Einfluß auf die größtmögliche Lichtentwicklung aus einer gegebenen Gasmenge ist die Höhe der Flamme. Genaue Versuche von Christison und Turner über diesen Gegenstand haben die folgenden Resultate gegeben.:

Für Steinkohlengas.

Höhe der Flamme in Zollen	2	3	4	5	6
Lichtstärke	55,6	100	150	197,8	247,4
Gasverbrauch	60,5	101,4	126,3	143,7	182,2
Lichtmenge bei gleichem Gasverbrauch	100	109	131	150	150

Für Oelgas.

Höhe der Flamme	1	2	3	4	5
Lichtstärke	22	63,7	96,5	141	178
Gasverbrauch	33,1	78,5	90	118	153
Lichtmenge bei gleichem Gasverbrauch	100	122	159	181	174

Die unteren Reihen dieser Tabellen, welche die Vortheilhaftigkeit der verschiedenen Flammenlängen numerisch darstellen, zeigen, daß bei Steinkohlengas die höchste Wirkung bei 5, bei Oelgas dagegen schon bei 4 Zoll Höhe eintritt.

Bei allen solchen Versuchen mit Leuchtgas wird der Verbrauch aus einleuchtenden Gründen am bequemsten dem Volumen nach bestimmt, und zwar eignet sich hiezu ganz vortrefflich der oben beschriebene Gasmesser, mit gehöriger Genauigkeit konstruirt.

Die argand'schen Brenner erhalten, so wie Oellampen, einen Glascylinder, der inzwischen weniger hoch gemacht wird, um einen weniger starken Zug zu bedingen. Bei jeder Flamme nämlich erreicht die Leuchtkraft ihr Maximum bei einem Luftzuge von bestimmter Stärke, so daß eine Verminderung sowohl, wie eine Verstärkung des Zuges die Leuchtkraft beeinträchtigt. Der Grund dieses Faktums ergibt sich aus der folgenden Betrachtung: Wie in dem Artikel „Flamme“ näher erörtert ist, liegt der Grund des Leuchtens der Flamme großentheils in dem Umstande, daß sich innerhalb derselben feste Körperchen, gewöhnlich feine Kohlentheilchen, in lebhaft weißglühendem Zustande befinden, ohne eigentlich zu brennen. In diesem leuchtenden Theile der Flamme soll hauptsächlich nur der Wasserstoff des Brennstoffes, nicht der Kohlenstoff, oder doch jedenfalls nur ein kleiner Theil des Kohlenstoffes zur Verbrennung gelangen; der übrige Kohlenstoff scheidet sich als höchst zartes Pulver (Lampenruß) aus, und wird durch die bei der Verbrennung des Wasserstoffes entwickelte Hitze zum Weißglühen gebracht. Das Leuchtvermögen einer Flamme beruhet also auf einem unvollkommenen Luftzutritt zu ihrem Innern, einem Luftzutritt, der genau in dem Grade Statt finden muß, daß der ganze Wasserstoff und soviel Kohlenstoff verbrennt, wie nöthig ist, um den nicht verbrennenden Theil der Kohle zum heftigen Weißglühen zu bringen. Kommt also die Flamme äußerlich mit zu wenig Luft

Digitized by Google

in Berührung, so wird die Verbrennung in ihrem Innern zu unvollständig fortschreiten, die Kohle wird nur schwach glühen, ja oft nicht einmal die zu ihrer nachherigen vollständigen Verbrennung nöthige Hitze erlangen und als Rauch unverbrannt entweichen. Ist aber der Luftzutritt zu stark, so verbrennen schon im Innern zu viele Kohlentheilchen; die Hitze wird zwar außerordentlich groß, und die kleine Menge der unverbrannt sich ausscheidenden Kohlentheilchen gelangt zum höchsten Grade der Weißgluth, aber ihre Menge ist zu klein, als daß sie sehr viel Licht entwickeln könnten. Ein allzulebhafter Zug bewirkt daher eine sehr reine, klare, aber weniger leuchtende Flamme. Es ergibt sich ferner aus dieser Betrachtung, daß die günstigste Stärke des Luftzuges bei verschiedenen Leuchtmaterialien, je nach ihrer verschiedenen quantitativen Zusammensetzung, verschieden sein müsse. Im Allgemeinen liegt die günstigste Stärke des Luftzuges um so höher, je reicher das Leuchtmaterial an Kohlenstoff, je ärmer an Wasserstoff und Sauerstoff es ist. Terpenthinöl z. B. brennt beim natürlichen Luftzuge unter starkem Absatz von Kohle, bei künstlich verstärktem Zuge dagegen mit klarer nicht rußender Flamme. Das an Kohlenstoff weit ärmere, an Wasserstoff reichere Steinkohlengas würde bei einem so starken Luftzuge schon viel von seiner Leuchtkraft verlieren. Hinsichtlich des Steinkohlengases hat es sich nach vielfältigen Versuchen herausgestellt, daß selbst ein niedriges Zugglas die Leuchtkraft vermindert, daß also eine Flamme dieser Art ganz ohne Glas am hellsten brennt. Man könnte daher die Gläser ganz weglassen, wenn sie nicht zugleich einen anderen sehr wesentlichen Zweck erfüllten, den nämlich, das ruhige Brennen der Flamme zu sichern, denn wie stark die Flamme eines argand'schen Gasbrenners nach dem Abnehmen des Glascylinders durch den leisesten Zug unruhig umhergeweht wird, ist einem Jeden bekannt, der eine Gasflamme unter diesen Umständen zu beobachten Gelegenheit hatte. Um daher die Vortheile eines Glascylinders mit denen eines schwächeren Luftzutrittes zu verbinden, kann man eigne Vorrichtungen zur Verminderung des Zuges in Anwendung bringen. Eine derartige Einrichtung eines argandschen Brenners ist in Fig. 464 und Fig. 465 abgebildet. c (Fig. 465) ist die Ansicht des Brenners nebst der Gallerie um denselben; der äußere Ring stellt hier die mit einer Anzahl größerer Zuglöcher durchbrochene Gallerie, der mittlere den Brenner, mit den Löchern zum Ausströmen des Gases, und der innere Kreis den innern Luftkanal dar. Auf die Gallerie wird ein Ring d gelegt, der genau ebenso wie jene durchbrochen ist, und dazu dient, den äußeren Luftzug zu reguliren. Dreht man nämlich diesen Ring auf der Gallerie in solche Lage, daß die Durchbrechungen beider zusammenfallen, so findet die Luft fast freien Durchgang, während bei entgegengesetzter Stellung, wo nämlich die Durchbrechungen des einen Ringes von den nicht durchbrochenen Stellen des anderen Ringes gedeckt werden, der äußere Luftzutritt völlig abgeschnitten ist. Durch intermediäre Stellungen ist es daher möglich, die Stärke des Zuges beliebig zu reguliren. Um auch über den inneren Luftzug disponiren zu können, ist die Scheibe e etwa von der Größe des inneren Luftkanals vorhanden, und kann mittelst der geränderten Scheibe f höher und niedriger geschraubt werden, wodurch der Zug vermehrt oder vermindert wird. b ist der Glascylinder, der mit seiner unteren Oeffnung auf der Gallerie aufsteht.

Eine andere Vorrichtung zu diesem Zwecke ist der Bourgui non'sche Apparat, dessen Bestimmung ursprünglich nur darin besteht, den

Digitized by Google

Rauch und die Dämpfe zu kondensiren, welcher aber, wie sich später fand, auch sehr gut zur Verminderung des Zuges sich benutzen läßt. Dieser Apparat besteht in einem kleinen Schälchen, welches, die Mündung zu unterst, in geringer Entfernung von dem Glaszylinder angebracht wird, und von dessen oberem Boden eine Röhre ausläuft, in welcher die Verdichtung der Wasserdämpfe und einer kleinen Menge schwefelichter Säure rasch vor sich geht, welche sich nachher in einem kleinen Behälter ansammeln. Durch eine Stellschraube läßt sich die Entfernung des Schälchens von der oberen Oeffnung des Glaszylinders beliebig reguliren.

Die Lichtmenge, welche beim Verbrennen einer gegebenen Menge Leuchtgas entwickelt wird, ist, ganz abgesehen von der mehr oder weniger zweckmäßigen Konstruktion des Brenners, sehr verschieden, und richtet sich nach dem quantitativen Verhältnisse der schon oben aufgeführten näheren Bestandtheile des Gases. Die Hauptleuchtkraft verdankt das Gas zum Theil dem Gehalte an ölbildendem Gase, zum Theil den beigemischten Dämpfen der flüssigen Kohlenwasserstoffverbindungen, welche letzteren besonders in dem Oelgase in bedeutender Menge enthalten sind. Nach Faraday enthält gewöhnliches Oelgas an 22, komprimirtes Oelgas an 18 Prozent, gewöhnliches Steinkohlengas dagegen nur 3½ Prozent durch Schwefelsäure verdichtbarer Dämpfe. Konzentrirte Schwefelsäure nämlich hat die Eigenschaft, diese Dämpfe der flüssigen Kohlenwasserstoffarten zu verdichten.

Analysen von Kohlen- und Oelgas haben folgende Resultate gegeben:

a) Steinkohlengas aus Kännelkohle.

Nr.	Spezif. Gewicht.	Durch Chlor absorbirtes Gas.	Grubengas.	Kohlenoxydgas.	Wasserstoffgas.	Stickgas.
1	0,650	13	82,5	3,2	0	1,3
2	0,620	12	72	1,9	8,8	5,3
3	0,630	12	58	12,3	16	1,7
4	0,500	7	56	11	21,3	4,7
5	0,345	0	20	10	60	10

Diese Proben wurden bei derselben Destillation, aber in verschiedenen Perioden erhalten; Nr. 1, 2, 3, 4 nach Verlauf von 1, 2, 3, 4 Stunden, Nr. 5 dagegen 10 Stunden nach Anfang der Destillation.

b) Oelgas.

Nr.	Spezif. Gewicht.	Durch Chlor absorbirtes Gas.	Grubengas.	Kohlenoxydgas.	Wasserstoffgas.	Stickgas.
1	0,464	6	28,2	14,1	45,1	6,6
2	0,590	19	32,4	12,2	32,4	4
3	0,758	22,5	50,3	15,5	7,7	4
4	0,906	38	46,5	9,5	3,0	3

Nr. 1, 2 und 3 aus Oel, die ersteren beiden bei starker Rothglühhitze, die letztere bei niedriger Temperatur erhalten. Nr. 4 Thrangas von Taylor in London.

Unter den durch Chlor absorbirten Theilen ist die Summe des ölbildenden Gases + den Kohlenwasserstoffdämpfen zu verstehen.

Man sieht aus diesen Tabellen, wie außerordentlich groß der Unterschied des in verschiedenen Perioden der Glühung erfolgenden Steinkohlengases ist, und daß nicht minder beim Oelgase die Qualität desselben sehr wesentlich von der Temperatur abhängt. Die ausgezeichnete Reichhaltigkeit des Thrangases an ölbildendem Gas scheint wohl weniger der besonderen Natur des Thrans, da dieser in seiner Zusammensetzung

Digitized by Google

und seinen Gesammteigenschaften mit den übrigen fetten Oelen sehr nahe übereinstimmt, als vielmehr der sorgfältigen, richtigen Behandlung zuzuschreiben zu sein.

Der Verschlechterung des Leuchtgases bei längerer Aufbewahrung ist schon oben Erwähnung gethan; so hat es sich ergeben, daß Oelgas von 1,054 spez. Gew., von welchem 200 Kubikzoll in der Stunde verbrannt, die Helligkeit eines gewöhnlichen Talglichtes gaben, nach viertägiger Aufbewahrung so viel von seiner Leuchtkraft verloren hatte, daß jetzt 240, und nach 3 Wochen gar 600 Kubikzoll zur Hervorbringung derselben Wirkung erfordert wurden. Steinkohlengas, von welchem 400 K. Zoll pr. Stunde die Helligkeit eines Talglichts geben, muß nach vier Tagen, um dieselbe Wirkung zu machen, in der Menge von 460 Kubikzoll angewendet werden.

Ueber die verhältnißmäßige Leuchtkraft von Oel- und Steinkohlengas haben wir Versuche von Christison und Turner, und von Peclet. Aus den sehr ausführlichen und schätzbaren Untersuchungen der Ersteren mit verschiedenen Kohlen- und Oelgasarten hat sich das folgende Verhältniß zwischen den spezifischen Gewichten und der Leuchtkraft ergeben:

Spezifisches Gewicht des Kohlengases	— Oelgases.	Verhältnißmäßige Leuchtkraft.
0,659	0,818	100 : 140
0,578	0,910	100 : 225
0,605	1,110	100 : 250
0,407	0,940	100 : 354
0,429	0,965	100 : 356

Nach Peclet waren zur Erzeugung gleicher Lichtmenge in der Stunde erforderlich 136 Litres Steinkohlen- und 38 Lit. Oelgas, beide von gewöhnlicher Qualität, welches ein Verhältniß der Leuchtkraft von 100:358 gibt.

Ueber das Leuchtvermögen des Kohlen- und des Oelgases im Verhältniß zu den gewöhnlichen Leuchtmaterialien, sind sehr viele Versuche angestellt, da hierauf gerade der ökonomische Vortheil der Gasbeleuchtung beruhet. Wir werden in den weiter unten mitzutheilenden Tabellen mehrfache Angaben aufführen, schicken aber eine kurze Zusammenstellung der ökonomischen Verhältnisse der gewöhnlichen Leuchtstoffe vorher.

Ein Pfund Talg zu 6 Lichten ausgegossen, brennt 40 Stunden und kostet in England 8 Pence. Ein Gallon Oel, das während derselben Zeit eine Lichtmenge von 15 Lichten ausgibt, kostet 5 Schill. (60 Pence), also fast acht Mal so viel, gewährt mithin eine fast doppelt so wohlfeile Beleuchtung. Die Beleuchtung mit Wachs ist etwa 3½ Mal theurer als die mit Talg, die mit Steinkohlengas dagegen (wenn 1000 Kubikfuß 9 Schilling kosten) etwa 6 Mal wohlfeiler; denn 500 Kubikzoll Kohlengas in der Stunde verbrannt geben eine Flamme gleich der eines Lichtes, deren 6 auf das Pfund gehen. Also $40 \times 500 = 20000$ Kubikzoll oder 11,57 Kubikfuß, die nur 1¼ Pence kosten, ersetzen 1 Pfund Talglichte zu 8 Pence, sind also über 6 Mal wohlfeiler.

Der Verfasser des Artikels Gas-Light in der Encyclopaedia Britannica bemerkt, hinsichtlich der ökonomischen Verhältnisse, daß, während die Kohlenpreise, in Folge der regelmäßigen und in solchem Ueberflusse Statt findenden Zufuhren, sehr unbedeutenden Schwankungen unterliegen, die Preise von Wachs, Talg und Oel der weniger regelmäßigen Gewinnung wegen, fast beständig im Steigen oder Sinken begriffen sind. Er nimmt an, daß das Pfund Talglichte 9 Pence kostet (während der gewöhnliche Preis nur 7½ beträgt) und schlägt das Gallon Oel, das in der Stunde die Wirkung von 600 Lichten macht, zu 2 Schilling an (während ein gutes Brennöl doch mindestens 5 Schill. in England kostet). Aus diesen und ähnlichen irrthümlichen Annahmen kommt er zu dem Resultate, daß die Kosten der Beleuchtung mit Wachs, Talg, Oel und Steinkohlengas in dem Verhältnisse von 100 : 25 : 5 : 3 stehen.

Digitized by Google

Richtiger scheinen die oben angegebenen Zahlenwerthe zu sein, wonach sich das Verhältniß in England = 100 : 28,6 : 14,3 : 4,76 stellt.

Die Gasbeleuchtung hat in neuerer Zeit fast in allen Städten Englands, ganz besonders in London, einen enormen Aufschwung genommen. Im Jahre 1834 betrug die Zahl der Gaslampen in London 168,000, welche durchschnittlich täglich 4,200,000 Kubikfuß Gas verbrauchten, zu deren Darstellung über 200,000 Chaldrons, oder 10,800,000 Kubikfuß Kohlen erforderlich waren *).

Die hier folgenden statistischen Notizen über Gasbeleuchtung verdankt man den Mittheilungen des eben so wissenschaftlich gebildeten, wie technisch ausgezeichneten Ingenieurs der Alliance-Gaswerke in Dublin, Joseph Hedley, der sich, um dieß hier beiläufig zu erwähnen, schon vielfältig bemüht hat, die Direktoren der Londoner Gaswerke dahin zu bringen, bessere Kohlen anzuwenden, die eine verhältnißmäßig eben so helle, aber, durch geringeren Wasserstoffgehalt weniger stark erhitzende Flamme liefern, und daher für die gewöhnliche Zimmerbeleuchtung weit zweckmäßiger sind. Würde diesem wohlbegründeten Rathe Folge gegeben, so würde das Kohlengas die Talg- und Wachskerzen, ja selbst die Oellampen bald verdrängen, was gegenwärtig in Privathäusern noch keineswegs der Fall ist.

Abschrift.

eines von J. Hedley dem Hause der Gemeinen vorgelegten Berichts, aus welchem sich nicht nur die verhältnißmäßige Güte des an den beistehenden Orten dargestellten Gases, sondern auch der Vortheil seines Verbrauches im Vergleich zur Beleuchtung mit Talglichten ergibt.

Städte, wo Versuche angestellt wurden.	Leuchtkraft einer einzelnen Gasflamme von 4 Zoll Höhe, im Vergleich zu der eines Talglichtes.	Gasverbrauch innerhalb einer Stunde.	Gasmenge, die die Wirkungvon 100 Pf. Talglichten macht, deren bei 9 Zoll Länge, 6 auf's Pfd. gehen.†	Verkaufspreis des Gases pro 1000 Kubikfuß.	Kosten des Gases bei einer Beleuchtung gleich der von 100 Pfd. Talglichten.††	Ungefährer Diskonto.	Netto-Kosten im Vergleich zu denen von 100 Pfund Talglichten	Spezifisches Gewicht des Gases.
		K. Zß.	K. Fß.	Sh. d.	L. S. d.	Proz.	L. S. d.	
Birmingham								
Birmingham und Staffordshire (zwei einzelne Kompagnien)	2,572	1,22	2704	10. 0	1. 7. 10	9	1. 4. 7	0.541
Stockport	3,254	0.85	1489	10. 0	0. 14. 11	12 1/2	0. 13. 10	0.539
Manchester . . .	3,060	0.825	1536	8. 0	0. 12. 3	11 1/4	0. 10. 10	0.534
Liverpool, alte Kompagnie ††† . . .	2,39	1,1	2646	10. 0	1. 6. 5	6 1/4	1. 4. 9	0.462
Liverpool neue dto.	4,408	0.9	1164	10. 0	0. 11. 8	6 1/4	0. 9. 10	0.580
Bradford	2,190	1,2	3123	9. 0	1. 8. 1	12 1/2	1. 4. 6	0.420
Leeds	2,970	0.855	1643	8. 0	0. 13. 2	6 1/4	0. 12. 4	0.530
Sheffield	2,434	1,04	2340	8. 0	0. 19. 6	6 1/4	0. 18. 3	0.466
Leicester	2,435	1,1	2575	7. 6	0. 19. 3	15	0. 16. 5	0.528
Nottingham . . .	1,845	1,3	4200	9. 0	1. 17. 9	15	1. 1. 3	0.424
Derby	1,937	1,2	3521	10. 0	1. 15. 4	15	1. 10. 0	0.438
Preston	2,136	1,15	3069	10. 0	1. 10. 8	15	1. 6. 2	0.419
London	2,083	1,13	3092	10. 0	1. 10. 11	kein Diskonto	1. 10. 11	0.412

† Es ist angenommen, daß 100 Pfd. Lichte 5700 Stunden brennen.

†† Preis der Lichte 3 Pstr. 2 Sh. 6 d. die 100 Pfund.

††† Die Liverpooler alte Gaskompagnie hat später angefangen dem Beispiele der neuen zu folgen, und Kännelkohle zu benutzen, wodurch sie hinsichtlich der Leuchtkraft ihres Gases der Neuen ziemlich gleich stehen wird.

*) Die letzteren beiden Zahlen reimen sich nicht mit den 4,200,000 Kubikfuß; denn da 1 Chaldron ungefähr 12,000 K. F. Gas liefert, so kann der Kohlenverbrauch nur etwa 350 Chaldrons betragen. Anm. der Bearb.

Digitized by Google

„Bemerkung. Man ersieht, daß bei diesen Versuchen über den verhältnißmäßigen Werth von Kerzen- und Gas-Licht, dieses letztere in Gestalt einzelner, natürlich bei allen Versuchen ganz gleicher, Flammen, geprüft wurde, da dieses bestimmt der sicherste Weg ist, um vergleichende Versuche über die Leuchtkraft von Gasarten zu machen. Wenn es sich aber um Bestimmung der absoluten Lichtmenge, oder einer Vergleichung der Gasbeleuchtung mit anderen Beleuchtungsarten handelt, so fallen die Resultate für das Gas höchst ungünstig aus, da Leuchtgas in einem richtig konstruirten argandschen Brenner in einem angemessenen Glaszylinder, bei richtig justirtem Luftzuge an 30 bis 40 Prozent Licht verhältnißmäßig mehr entwickelt, als eine einzelne Flamme. Auch darf man nicht übersehen, daß unter vielen Umständen, wo große Helligkeit nicht gerade erforderlich ist, man mit großem ökonomischen Vortheil einzelne Flammen anwenden kann, die an beweglichen Armen sitzend und mit leichten zierlichen Schirmen versehen, auf Komptoiren, in Büreaux, Buchhandlungen u. s. w. ganz vortrefflich einzelne Lichter ersetzen können."

„Anmerkung. In Glasgow, Edinburgh, Dundee, Perth und den meisten übrigen schottischen Städten wird meistentheils die Parrot- oder schottische Kännelkohle angewendet. Das daraus erfolgende Gas kommt an Leuchtkraft und spezifischem Gewicht dem Gase aus der besten englischen Kännelkohle gleich. Der Preis der 1000 Kubikfuß beträgt circa 9 Sh. mit 5 bis 3% Diskonto."

Bericht

über eine Reihe von Versuchen mit Gas von verschiedenen Kohlensorten, und in verschiedenen Brennern gebrannt; die in dem Gaswerke der Sheffielder Gaskompagnie angestellt und dem Hause der Gemeinen überreicht sind. Von J. Hedley.

Datum 1835 Mai	Art des Brenners.	Kohlenart.	Spezifisches Gewicht.	Entfernung des Lichtes von dem Schatten.	Gasverbrauch pr. Stunde.	Länge der Flamme	Verhältniß der Lichtstärke zu 9 Zoll langen Lichtern, deren 6 auf das Pfd. gehen.	Gasmenge, die 100 Pfd. gegossenen Talglichtern entspricht.	Kosten des Gases, die 1000 Kub. Fuß zu 8 Sh. gerechnet.	Kosten von 100 Pfd. Lichten, die 12 Pfd. zu 7 Sh. 6 d. gerechnet.
				Zoll	K. F.	Zoll		K. F.	Sh. d.	L. S. d.
8.	Einf. Flamme	Deep-Pit Tiefe Steinkohle	0,410	75*)	1	4	2,36	2415	19. 3 1/2	
9.	dto.	Mortormiley	0,450	74	0,95	4	2,434	2224	17. 9 1/2	
9.	dto.	Kännelkohle	0,660	61 1/4	0,7	4	3,54	1127	9. 0	
	Argand Brenner mit 14 Löchern.									3. 2. 6.
8.		Deep-Pit.	0,410	34	3,3	3 1/2	11,53	1631	13. 1/2	
9.	dto.	Mortormiley.	0,450	33	3,1	3 1/2	12,24	1443	11. 6 1/2	
9.	dto.	Kännelkohle.	0,660	29	2,6	3 1/2	15,85	935	7. 5 3/4	

Versuche von J. Hedley in dem Gaswerke der Alliance-Kompagnie in Dublin im Jahre 1837 angestellt.

1ster Versuch. Sonnabend den 27. Mai.

2 Zentner (à 112 Pfd.) also 224 Pfd. Deane-Kohle (aus Cumberland) gaben 970 Kub. Fuß Gas, von 0,475 spez. Gew. und 4 Bushels Koke von mittlerer Qualität. Beim Brennen in einer einzelnen Flamme von 4 Zoll Länge wurden 1,4 Kub. Fuß pr. Stunde verbraucht; Hellig-

*) Bei dieser und den folgenden Tabellen ist nie die Entfernung der Gasflamme von dem Schatten angegeben. Den meisten dieser Angaben nach scheint sie überall gleich gewesen zu sein, und 115 Zoll betragen zu haben, doch kommen einzelne Zahlenwerthe vor, die mit dieser Annahme nicht übereinstimmen. D. Beard.

Digitized by Google

keit = 2,3 Taglichte. Es wurden also (während einer sechsstündigen Destillation) von jedem Pfund Steinkohle 4,33 Kub. Fuß Gas gewonnen. Zunahme des Volumens der Kokes über jenes der rohen Steinkohle nicht ganz 30 Prozent. Differenz zwischen dem Gewichte der rohen Kohlen und der Kokes = 56 Pfd., welche zum Theil in Gas, zum Theil in Theer, ammoniakalisches Wasser u. s. w. übergegangen.

2ter Versuch. 28. Mai, mit Carlisle-Kohle (Blenkinsopp).

224 Pfund derselben produzirten 1010 Kub. Fuß Gas und 4 Bushels gute, obgleich ziemlich kleine Kokes; Zunahme des Volumens, wie bei dem vorigen Versuche, 30 Prozent. Gewichtsverlust ebenfalls 56 Pfund. Das Pfund dieser Kohlensorte hat mithin 4,5 Kub. Fuß Gas geliefert.

Leuchtkraft des Gases.

	Gasverbrauch in der Stunde bei einer einzelnen Flamme.	Entfernung des Lichtes von dem Schatten.	Verhältniß der Leuchtkraft zu der eines Lichtes.	Spezif. Gewicht.
		Zoll.		
Am Ende der ersten Stunde.	1,1	70	2,72	0,475
Dito im argand'schen Brenner mit 20 Löchern gebrannt .	5,0	25	21,33	0,475
Kurz vor Beendigung der Destillation	1,4	85	1,84	0,442
Nach beendigter Destillation im argand'schen Brenner mit 20 Löchern	9	100	nicht 1	0,266

3ter Versuch. 29. Mai. Dieselbe Kohle wie 2ter Versuch.

112 Pfd. lieferten 556 Kubikfuß Gas, also 4,96 Kub. Fuß von dem Pfunde. Bei diesem Versuche wurde stündlich die erhaltene Gasmenge bestimmt, die Leuchtkraft, das spez. Gew. und der Gasverbrauch bei einer einzelnen 4 Zoll hohen Flamme ausgemittelt.

Resultate.

Ende der Stunden.	Produzirtes Gas. in Kub. Fuß.	Gasverbrauch einer Stunde. Kub. Fuß.	Spezif. Gewicht.	Entfernung des Lichtes vom Schatten.	Leuchtkraft im Verhältniß zu Lichten.
der 1sten	150	1,15	0,534	70	2,72
„ 2 „	120	1,1	0,495	75	2,36
„ 3 „	95	1,2	0,344	75	2,36
„ 4 „	95	1,5	0,311	80	2,08
„ 5 „	80	1,7	0,270	85	1,81
„ 6 „	16	2,9	0,200	100	nicht 1
Mittel aus den 6 Stunden . . .	92 1/4	1,6	0,359	81	2,03
Mittel aus den ersten 4 Stunden .	115	1,24	0,421	75	2,36

Gasproduktion in 6 Stunden 556 Kub. Fuß, also vom Pfd. 4,96 Kub. Fuß.
„ „ 4 „ 460 „ „ „ „ 4,10 „ „

Die Tonne Steinkohlen würde bei 6stündiger Destillation 11120, bei 4stündiger dagegen 9200 Kubikfuß Gas liefern. Jene 11120 Kubikfuß Gas aber würden die Wirkung von 1597 Lichten oder 266 1/2 Pfund Talglichten, die 9200 Kubikfuß aber die Wirkung von 1949 Lichten oder 324 1/2 Pfund machen; so daß mithin das Gas der ersten 4 Stunden

Digitized by Google

mehr Licht entwickelt, als das Gas aller 6 Stunden; in dem Verhältniß von 324¼ : 266½; oder 1,22 : 1.

4ter Versuch. 30. Mai. 112 Pfund einer Mischung von gleichen Theilen Kännel- und Cardiff-Kohle lieferten 460 Kubikfuß Gas und 2 Bushels Koke von guter Qualität. Volumvermehrung 30 Prozent, Gewicht der Kokes 71 Pfund. Es sind also erhalten vom Pfund Steinkohlen in 4 Stunden 4,1 Kubikfuß, oder von der Tonne 9200 Kubikfuß Gas. Die mittlere Leuchtkraft des erhaltenen Gases verhielt sich zu der eines Talglichtes = 2,72 : 1; wobei die 4 Zoll lange Flamme stündlich 1,15 Kubikfuß Gas verbrauchte. 5 Kubikfuß stündlich in einem argand'schen Brenner mit 20 Löchern gebrannt gaben die Helligkeit von 14,66 Talglichten; so daß mithin dieselbe Gasmenge in einem argand'schen Brenner in dem Verhältniß von 1,24 : 1 mehr Licht entwickelt, als in einzelnen Flammen. Das spez. Gew. des Gases war 0,344.

5ter Versuch. Am 31. Mai. 112 Pfund Carlisle-Kohle lieferten bei sehr mäßiger Glühhitze 410 Kubikfuß Gas; nämlich in der ersten Stunde 120, in der zweiten 100, in der dritten 90, und in der vierten wieder 100 Kubikfuß Gas, von 0,54 spez. Gewicht. Lichtentwicklung einer einzelnen Flamme, die in der Stunde 0,9 Kubikfuß Gas verbrannte = der von 4,4 Talglichten; im argand'schen Brenner mit 20 Löchern stündlicher Gasverbrauch 4 Kubikfuß; Helligkeit = 21,33 Talglichten. Es ist möglich, daß sich die so außerordentlich günstigen Resultate mit dieser Kohle daher erklären, daß sich dem Gase eine kleine Menge Kännelkohlengas beimischte, welches zu einem besonderen Zwecke zu gleicher Zeit bereitet wurde.

Außer diesen Versuchen wurden noch eine Menge andere mit sehr verschiedenen Kohlensorten, und Mischungen mehrerer Kohlen angestellt, deren Ergebnisse hier zu viel Raum wegnehmen würden, die aber alle in dem Hauptresultat sich vereinigen, daß das bei kurzer Destillation gewonnene Gas eine absolut größere Lichtmenge entwickelt, als wenn das in den letzten Stadien der Destillation gewonnene Gas dazu kommt; daß ferner ein sehr großer Unterschied in der Güte des Gases aus verschiedenen Kohlen herrscht, unter welchen die Kännelkohle von Lancashire, Yorkshire und anderen Gegenden von England und Wales, so wie auch die schottische Parrot- oder Splent- (Span-) Kohle weit voransteht.

Anmerkung. Bei allen diesen Versuchen diente stets derselbe, mit einem Loche versehene Brenner und die Flamme war immer 4 Zoll hoch. Die Kokes wurden nach dem Ausziehen aus der Retorte mit Wasser begossen, dann kurze Zeit zum Trocknen hingelegt und gewogen.

Tabelle

über die Brennstunden in den einzelnen Monaten, Quartalen und im Jahre.

		Juliust.	August.	Septemb.	Oktober.	Novemb.	Decemb.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Junius.	1. Quartal.	2. Quartal.	3. Quartal.	4. Quartal.	Im Jahre.
Von der Dämmerung bis	— 6.	—	—	2	31	62	80	65	33	4	—	—	—	—	2	173	102	277
	— 7.	—	14	22	62	92	111	96	61	31	4	—	—	4	35	265	188	493
	— 8.	—	40	52	93	122	142	127	89	62	28	4	—	32	92	357	278	759
	— 9.	13	71	82	123	152	173	158	117	93	58	29	8	95	166	449	368	1078
	— 10.	44	102	112	155	182	203	189	145	123	88	60	38	186	258	541	458	1443
	— 11.	75	133	142	186	212	235	220	173	155	118	91	68	277	350	633	548	1808
	— 12.	106	164	172	217	242	266	251	201	186	148	122	98	368	442	725	638	2173
Die ganze Nacht.		217	307	345	421	473	527	512	411	382	295	242	195	732	869	1421	1305	4327
Morgens von	4.	—	16	48	80	110	137	137	98	71	28	2	—	30	64	327	306	727
	— 5.	—	—	18	49	80	106	106	70	40	3	—	—	3	18	235	216	472
	— 6.	—	—	—	18	50	75	75	42	9	—	—	—	—	—	143	126	269
	— 7.	—	—	—	—	20	44	44	14	—	—	—	—	—	—	64	58	122

Digitized by Google

Die nebenstehende große Tabelle ist die

Kopie

einer

dem Hause der Gemeinen im Jahre 1837 vorgelegten

Uebersicht über den Betrieb

der

wichtigsten Gaswerke in England

während der Jahre 1834 — 1837,

von

John Hedley.

Digitized by Google

Gasverbrauch in jeder Lampe pr. Stunde.	Größte Gasmenge in Einer Nacht, oder im Jahre in Kubikfuß.	Dauer der einzelnen Destillationen.	Gasverbrauch einer solchen Flamme pr. Stunde.	Stündliche Gasmenge die der Helligkeit von 1 Licht entspricht.	Länge einer Gasflamme von der Helligkeit eines Lichtes.
			Kub. Fuß.	Kub. Fuß.	Zoll
5 Kubikfuß.	48 Millionen im Jahr.	6 Stunden.	1,22	0,8	$2^1/_2$
5 Kubikfuß.	85 Millionen im Jahre.	dto.	1,22	0,8	$2^1/_2$
4 Kubikfuß.	15 Millionen im Jahre, oder 80000 in den längsten Nächten.	8 Stunden.	Nicht bestimmt.	0,8	$2^3/_4$
4 Kubikfuß.	12 Millionen im Jahre, oder 65000 in den längsten Nächten.	dto.	0,85	0,55	2,5 bis 2,8
1 und 2 Kubikfuß.	100 Millionen im Jahre, 500000 in den längsten Nächten.	6 Stund.	0,825	0,475	$2^1/_4$
5 Kubikfuß.	72 Millionen im Jahre. 360000 in den längsten Nächten.	8 Stund., sehr große Retorten, deren jede 6 Ztr. Steinkohlen aufnimmt. (1 Ztr. zu 112 Pfd.)	1,1	0,75	2,5 bis 2,8

	Spezif. Gewicht des Gases.	Entfernung der Flamme vom Schatten.	Zahl der Talglichte, der das Gas von 1 Ton Steinkohlen, in 4″ hoher einfacher Flamme verbrannt, gleich kommt.	Gasverbrauch einer solchen Flamme pr. Stunde.	Stündliche Gasmenge die der Helligkeit von 1 Licht entspricht.	Länge einer Gasflamme von der Helligkeit eines Lichtes.
		Zoll		Kub. Fuß.	Kub. Fuß.	
ge ter.	0,580	55	3306	0,9	0,45	2
e=	0,420	78	1645	0,12	0,9	3
e=	0,530	67	2228	0,855	0,51	2¼
ne= er= ir= ade gt.	0,466	74	1826	1,04	0,735	2¾
ne= el= rde gt.	0,528	74	1826	1,10	0,75	2¾
e=	0,448	83	1453	1,2	0,925	3
	0,424	90	1234	1,3	1,175	3
se=	0,412	80	1562	1,13	0,84	2¾
se=	dto.	dto.	dto.	dto.	dto.	dto.

Digitized by Google

Tabelle zur Berechnung der Einnahme für 1000 Kubikfuß Gas für Brenner von ½ bis 10 Kubikfuß stündlichem Verbrauch.

Brennzeit.	Zahl der Stund.	Einfache Flamme. K. F. 1/2	Einfache Flamme. K. F. 3/4	Einfache Flamme. K. F. 1	Doppelte Flamme. K. F. 1 1/4	Doppelte Flamme. K. F. 1 1/2	Doppelte Flamme. K. F. 1 3/4	Dreifache Flamme. K. F. 2	Dreifache Flamme. K. F. 2 1/2	Dreifache Flamme. K. F. 3	Kleine Argand'sche Brenner. K. F. 3 1/2	Kleine Argand'sche Brenner. K. F. 4	Kleine Argand'sche Brenner. K. F. 4 1/2	Große Argand'sche Brenner. K. F. 5	Große Argand'sche Brenner. K. F. 6	Große Argand'sche Brenner. K. F. 7	Große Luxus-Brenner. K. F. 8	Große Luxus-Brenner. K. F. 9	Große Luxus-Brenner. K. F. 10
Von Anfang der Dämmerung bis 8 Uhr. .	781	.456	.1705	1.08	1.025	.853	.731	.61	.5132	.4265	.3658	.3201	.2846	.2561	.2134	.1829	.16	.1423	.128
bis 8 Uhr und Sonntags	902	1.216	1.478	1.108	.887	.739	.633	.554	.4431	.3695	.3168	.2771	.2464	.2217	.1848	.1584	.1383	.1232	.1108
„ und von 6 Uhr Morgens .	1050	1.904	1.27	.952	.762	.635	.544	.476	.381	.3174	.272	.2381	.2116	.1905	.1587	.136	.119	.1058	.0952
„ und Sonntags u. von dto.	1172	1.705	1.138	.853	.682	.569	.487	.426	.3412	.2844	.2438	.2133	.1896	.1706	.1422	.1219	.1067	.0948	.0854
„ 9 Uhr	1054	1.895	1.261	.948	.759	.632	.542	.474	.3794	.3162	.271	.2371	.2108	.1897	.1581	.1355	.1185	.1054	.0948
„ und Sonntags	1221	1.638	1.092	.819	.675	.546	.468	.409	.3275	.273	.234	.2047	.182	.1638	.1365	.117	.1024	.091	.0819
„ und von 6 Uhr Morgens .	1323	1.510	1.005	.755	.604	.503	.431	.378	.3022	.2519	.2158	.1889	.1678	.1511	.1259	.1079	.0945	.0839	.0755
„ und Sonntags u. von dto.	1490	1.34	.894	.671	.535	.447	.383	.335	.2681	.2236	.1918	.1675	.1492	.1312	.1118	.0959	.0839	.0746	.0671
„ 10 Uhr	1367	1.462	.974	.731	.585	.487	.418	.365	.2926	.2438	.209	.1829	.1625	.1463	.1219	.1045	.0914	.0813	.0731
„ und Sonntags	1586	1.26	.81	.63	.504	.42	.36	.315	.2522	.2101	.1802	.1576	.14	.1261	.1051	.0901	.0789	.07	.0630
„ und von 6 Uhr Morgens .	1636	1.222	.814	.611	.489	.407	.349	.305	.2444	.2037	.1746	.1528	.1358	.1222	.1019	.0873	.0764	.0679	.0611
„ und Sonntags u. von dto.	1855	1.078	.718	.539	.431	.359	.308	.269	.2155	.1795	.154	.1347	.1198	.1078	.0898	.077	.0674	.0599	.0539
„ 11 Uhr	1680	1.19	.794	.595	.476	.397	.34	.297	.234	.1981	.17	.1488	.133	.119	.0992	.085	.0744	.0665	.0595
„ und Sonntags	1951	1.024	.682	.512	.409	.341	.293	.255	.2048	.1707	.1466	.1281	.1138	.1024	.0851	.0733	.064	.0569	.0512
„ und von 6 Uhr Morgens .	1949	1.026	.684	.513	.41	.342	.293	.256	.2052	.171	.1466	.1282	.114	.1025	.0855	.0733	.0641	.057	.0513
„ und Sonntags u. von dto.	2220	.9	.6	.45	.36	.3	.257	.225	.1832	.1501	.1285	.1126	.1	.0901	.0751	.0643	.0563	.05	.045
„ 12 Uhr	1993	1.	.668	.502	.4	.334	.287	.251	.2005	.1672	.1431	.1254	.1114	.1003	.0836	.0717	.0627	.0557	.0502
„ und Sonntags	2316	.852	.574	.432	.345	.287	.247	.215	.1725	.1439	.1235	.1079	.0938	.0863	.0719	.0618	.0539	.0479	.0432
„ und von 6 Uhr Morgens .	2262	.883	.59	.442	.353	.295	.255	.221	.1768	.1476	.1274	.1105	.0982	.0883	.0737	.0637	.0552	.0491	.0442
„ und Sonntags u. von dto.	2585	.772	.514	.387	.309	.257	.221	.193	.1545	.1289	.1104	.0957	.0858	.0773	.0645	.552	.0483	.0429	.0387
„ 1 Uhr	2306	.855	.578	.434	.347	.289	.247	.217	.1731	.1445	.1238	.1040	.0992	.0867	.0723	.0619	.0542	.0481	.0434
„ und Sonntags	2681	.746	.493	.373	.298	.249	.213	.187	.1492	.1243	.1065	.0932	.0828	.0746	.0621	.0533	.0466	.0414	.0373
„ und von 6 Uhr Morgens .	2575	.776	.518	.388	.31	.259	.222	.194	.1552	.1291	.111	.0971	.0862	.0776	.0647	.0555	.0485	.0431	.0388
„ und Sonntags u. von dto.	2950	.678	.452	.339	.271	.225	.193	.169	.1355	.113	.0968	.0847	.0753	.0678	.0565	.0484	.0424	.0377	.0339
Beständig v. d. Abend- bis Morgendämmerung.	4327	.452	.308	.231	.185	.154	.132	.115	.0923	.077	.066	.0578	.0515	.0462	.0385	.033	.0289	.0257	.0231

Gebrauch dieser Tafel. Man suche die gegebene Brennzeit in der ersten Spalte auf, und gehe in derselben horizontalen Reihe fort, bis man zu der vertikalen Spalte kommt, die mit der Zahl des stündlichen Gasverbrauches überschrieben ist. Wenn man nun die Zahl, auf welche man solchergestalt trifft, mit der Zahl der Schillinge, welche täglich für die Lampe bedungen ist, multiplizirt, so erhält man die Summe für die 1000 Kubikfuß.

Beispiel. Gesetzt ein kleiner argandischer Gasbrenner, der in der Stunde 3 1/2 Kubikfuß Gas konsumirt, und von der Dämmerung bis 9 Uhr brennen sollte, wäre zu 2 Lstr. (40 Sh.) jährlich bedungen. Man sucht nun die Reihe für 9 Uhr, geht darin rechts bis zu der mit 3 1/2 Kubikfuß überschriebenen Spalte fort; und findet hier die Zahl 0,271. Dieß mit 40 multiplizirt, gibt 10,84 Sh. oder 10 Sh. 10 d, als Preis der 1000 Kubikfuß Gas. Gesetzt aber, ein Konsument ließe die Lampe statt bis 9. bis 1 Uhr brennen, und zwar auch Sonntags, zündete sie auch Morgens um 6 Uhr an, und machte die Löcher so weit, daß stündlich 8 Kf. verbrennen. Hier fände man die Zahl 0,0424; und diese mit 40 Sh. multiplizirt, gibt 1 Sh. 8 d. pr. 1000 Kubikfuß; so daß also der Konsument jede 1000 Kubikfuß um 9 Sh. 2 d. zu niedrig, oder überhaupt in dem Verhältniß von 10 Sh. 10 d. : 1 Sh. 8 d. zu wenig bezahlte.

* Bei der Zahl der Stunden ist täglich 1/4 Stunde zum Zumachen der Laden, und 1 E-trastunde am Sonnabend-Abend zugegeben.

Digitized by Google

Verschiedene Details über die Gasbeleuchtung in London, für das Jahr 1837.

London zählt 18 öffentliche Gaswerke.

12 Gaskompagnien.

2,800000 Lstr. Anlage-Kapital, für die Gaswerke, Röhrenleitungen, und onstigen Zubehör.

450000 Lstr. jährliche Revenüe.

180000 Tons Steinkohlen werden verbraucht, um

1460,000000 Kubikfuß Gas zu bereiten.

134300 Privatbrenner, etwa 40000 Konsumenten gehörig, und

30400 Straßenlampen, von welchen sich 2650 in der City befinden, werden damit gespeist.

380 Lampenanzünder sind dabei angestellt.

176 Gasometer, deren einige doppelt sind, und 5,500000 Kubikfuß Gas aufnehmen können.

890 Tons Kohlen werden innerhalb 24 Stunden am kürzesten Tage abdestillirt.

7,120000 Kubikfuß Gas der höchste tägliche Verbrauch, nämlich am 24. Dezember (Weihnachtsabend).

2500 Personen haben in London ihren Unterhalt von den Gaswerken.

Innerhalb der Jahre von 1822—27, also in 5 Jahren, hat sich der Gasverbrauch fast verdoppelt, und in den letzten zehn Jahren, von 1827—37, ist er abermals um das Doppelte gestiegen.

Nachträgliche Bemerkungen.

Es ist in diesem Artikel des tragbaren Gaslichtes keine Erwähnung geschehen, weil diese Art der Gasbeleuchtung mit so großen Schwierigkeiten und Unbequemlichkeiten verbunden ist, daß der Vortheil der Beweglichkeit der Lampen dagegen nicht in Betracht kommt, und diese Beleuchtungsart überall wieder aufgegeben ist.

Es ist endlich noch eines Patents zu erwähnen, das im Jahre 1837 an Kirkham, auf ein verbessertes Verfahren, die kohlige Inkrustation von der Innenseite der Retorten wegzubringen, verliehen ist. Er wendet nämlich einen oder mehrere Ströme erhitzter atmosphärischer Luft an, die er mit Gewalt in die inkrustirten Retorten eintreibt, während sich diese in stark glühendem Zustande befindet. Es ist zu diesem Ende ein Gebläse mit einem beweglichen, aus mehreren Theilen zusammengesetzten Rohre vorhanden. Kalte Luft würde ohne Zweifel denselben Zweck erfüllen, obgleich allerdings heiße Luft schneller wirken muß.

Gasometer. M. s. den vorhergehenden Artikel; denn wenngleich unter Gasometer jeder metallene Gasbehälter verstanden wird, so kommen dergleichen Behälter, mit Ausnahme der bei chemischen Versuchen im Kleinen gebräuchlichen, eigentlich nur bei der Leuchtgasbereitung vor.

Gebläse. M. s. die Artikel Eisen, Eisengießerei, Metallurgie, Ventilation.

Gefrieren. (Congelation, Freezing.) Die drei verschiedenen Aggregat-Zustände, der starre, tropfbar flüssige und der luftförmige nämlich, die einzigen bei allen körperlichen Materien vorkommenden, hängen unmittelbar mit den Verhältnissen des Wärmestoffs zusammen, welchem wir das Vermögen zuschreiben müssen, die Anziehung zwischen den feinsten Theilchen der Materie verschiedentlich abzuändern.

Es unterliegt kaum einem Zweifel, daß jeder starre Körper in den tropfbar flüssigen Zustand übergehen (schmelzen) und jeder tropfbar flüssige den luftförmigen Zustand annehmen (verdampfen) kann; nur bei Einigen ist uns diese Umwandlung bisher noch nicht möglich gewesen, weil es an Mitteln fehlt, die erforderlichen hohen Hitzgrade hervorzubringen; bei anderen wieder ist es aus dem Grunde nicht möglich, weil sie schon vor Eintritt der zum Schmelzen oder Verdampfen nöthigen Temperatur sich zersetzen.

Digitized by Google

Bei diesen Aenderungen des Aggregat-Zustandes kommt die Wärme keineswegs etwa nur in so fern in Betracht, als sie die Temperatur ändert, sondern wir müssen annehmen, daß sie sich mit den Körpern zu verbinden im Stande ist, wobei sie selbst in einen Zustand übergeht, in welchem sie weder auf das Thermometer, noch auf das Gefühl zu wirken im Stande ist. Wenn nämlich ein starrer Körper schmilzt, oder ein tropfbar flüssiger verdampft, so wird jederzeit, und ganz ohne Ausnahme, eine gewisse Menge Wärme aufgenommen, die dabei in den gebundenen, latenten Zustand übergeht; so daß der geschmolzene Körper anzusehen ist als eine Verbindung des starren Körpers mit einer gewissen Menge latenter Wärme, und eben so ein dampf- oder luftförmiger Körper noch eine zweite Portion gebundener Wärme, außer der, die er im flüssigen Zustande schon enthielt, mit sich vereinigt hat. Es ist der Dr. Black, dem die Physik diese so hochwichtige Entdeckung verdankt.

Auch die umgekehrten Erscheinungen erklären sich hieraus ganz ungezwungen. Wenn wir einem dampf- oder luftförmigen Körper durch Kälte die zweite Portion latenter Wärme entziehen, so kehrt er in den flüssigen, und entziehen wir auch diesem noch die erste Portion latenter Wärme, so kehrt er in den starren Zustand zurück, oder gefriert. Ohne Wärme würden alle Körper starr sein, denn es ist schlechterdings unmöglich, daß ein starrer Körper flüssig oder dampfförmig wird, ohne eine gewisse, freilich bei den verschiedenen Materien verschiedene, Menge von Wärme mit sich zu verbinden. Wenn wir daher beabsichtigen, eine Flüssigkeit zum Gefrieren zu bringen, so müssen wir ihr die latente Wärme entziehen, und dieß gelingt nach den bisherigen Erfahrungen nur dadurch, daß wir sie mit kalten Körpern in Berührung bringen, deren Temperatur unter ihrem Gefrierpunkte liegt, und an welche sie zuerst ihre freie, demnächst aber auch die latente Wärme absetzt.

Der Mittel zur Hervorbringung höherer Kältegrade gibt es verschiedene.

1. Wenn man einen festen Körper gewissermaßen zwingt, den flüssigen Zustand anzunehmen. Da er nämlich nicht flüssig werden kann, ohne Wärme mit sich zu verbinden, so wird er seinen nächsten Umgebungen diese Wärme entziehen, mithin Kälte erregen. Besonders Eis, oder, was dasselbe ist, Schnee eignet sich hiezu sehr gut. Flüssiges Wasser nämlich hat zu vielen Körpern starke Verwandtschaft; bringen wir also Eis mit einem solchen Körper in Berührung, so wird durch die sogenannte disponirende Verwandtschaft das Eis gezwungen, sich in Wasser zu verwandeln, um als solches die Verbindung mit jenem Körper eingehen zu können. Besonders mehrere Salze und stärkere Säuren eignen sich zu dieser Art Kältemischungen.

Tabelle

über die durch Mischung von Schnee mit anderen Körpern zu erlangenden Kältegrade; von Walker (1808).

Mischungen.		Das Thermometer sinkt	Abkühlung in Graden.
Schnee oder gestoßenes Eis	2 Theile	auf — 20°, 5 C	—
Kochsalz	1 „		
Schnee oder gestoßenes Eis	5 „	auf — 25°	—
Kochsalz	2 „		
Salmiak	1 „		
Schnee oder gestoßenes Eis	24 „	auf — 28°	—
Kochsalz	10 „		
Salmiak	5 „		
Salpeter	5 „		
Schnee oder gestoßenes Eis	12 „	auf — 40°	—
Kochsalz	5 „		
Salpetersaures Ammoniak	5 „		

Von jeder beliebigen Temperatur (?)

Digitized by Google

Mischungen.	Das Thermometer sinkt	Abkühlung in Graden.
Schnee . . . . . 3 Theile. Verdünnte Schwefelsäure. 2 „	Von 0° bis — 30, 5	30°,5
Schnee . . . . . 8 „ Salzsäure . . . . . 5 „	Von 0° bis — 32°,8	32°,8
Schnee . . . . . 7 „ Verdünnte Salpetersäure. 4 „	Von 0° bis — 34°,5	34°,5
Schnee . . . . . 4 „ Chlorkalzium . . . . . 5 „	Von 0° bis — 40°	40°
Schnee . . . . . 2 „ Kryst. Chlorkalzium . . . 3 „	Von 0° bis — 45°,5	45°,5
Schnee . . . . . 3 „ Pottasche . . . . . 4 „	Von 0° bis — 46°	46°

NB. Der Grund, aus welchem in den ersten vier Reihen der letzten Kolumne keine Werthe angegeben sind, liegt darin, daß das Thermometer bei den Versuchen nie bis unter die in der zweiten Kolumne angegebenen Temperaturen sank, die Materialien mochten nun vor der Mischung kälter, oder weniger kalt gewesen sein.

II. Durch bloßes Auflösen verschiedener krystallisirter Salze im Wasser entsteht oft eine bedeutende Temperaturerniedrigung, deren Ursache darin zu liegen scheint, daß bei der Vermischung des Salzes mit dem Wasser eine Volumvermehrung, und in Folge dessen Vermehrung der Wärmekapazität eintritt.

Walker gibt über die Wirkung solcher Mischungen, die ohne Anwendung von Eis Kälte erzeugen, folgende Tabelle.

Mischungen.	Das Thermometer sinkt	Abkühlung in Graden.
Salmiak . . . . . 5 Theile. Salpeter . . . . . 5 „ Wasser . . . . . 16 „	Von + 10°C bis — 12°	22
Salmiak . . . . . 5 „ Salpeter . . . . . 5 „ Glaubersalz . . . . . 8 „ Wasser . . . . . 16 „	Von + 10° bis — 15°,5	25°,5
Salpetersaures Ammoniak 1 „ Wasser . . . . . 1 „	Von + 10° bis — 15°,5	25°,5
Salpetersaures Ammoniak 1 „ Kohlensaures Natron . . 1 „ Wasser . . . . . 1 „	Von + 10° bis — 20°,5	30°,5
Glaubersalz . . . . . 3 „ Verdünnte Salpetersäure 2 „	Von + 10° bis — 20°	30°
Glaubersalz . . . . . 6 „ Salmiak . . . . . 4 „ Salpeter . . . . . 2 „ Verdünnte Salpetersäure 4 „	Von + 10° bis — 22°	32°
Phosphorsaures Natron . 9 „ Verdünnte Salpetersäure 4 „	Von + 10° bis — 25°	35°
Phosphorsaures Natron . 9 „ Salpetersaures Ammoniak 6 „ Verdünnte Salpetersäure 4 „	Von + 10° bis — 29°,5	39°,5

Digitized by Google

Mischungen.		Das Thermometer sinkt	Abkühlung in Graden.
Glaubersalz	8 Theile	Von +10° bis - 18°	28°
Salzsäure	5 „		
Glaubersalz	5 „	Von +10° bis — 16°	26°
Verdünnte Schwefelsäure	4 „		
Glaubersalz	6 „	Von +10° bis —25°,5	35°,5
Salpetersaures Ammoniak	5 „		
Verdünnte Salpetersäure	4 „		

Anm. Die in der letzten Kolumne angegebenen Temperatur-Erniedrigungen gelten nur für die in der zweiten enthaltenen Temperaturen. Ist die anfängliche Temperatur höher, so fällt die entstehende Kälte verhältnißmäßig noch größer aus. Z. B. die 8te Mischung, die bei +10° gemacht, eine Erniedrigung der Temperatur um 39,5 Grade bedingt, würde bei einer anfänglichen Temperatur von 30° gemischt, eine Temperatur-Erniedrigung um 46° bewirken.

Von diesen Mischungen könnten die letzten sieben mit größerem Rechte denen der ersten Tabelle zugezählt werden, weil ihre Wirkung hauptsächlich der Verwandtschaft zwischen der Säure und dem Krystallisationswasser der Salze zuzuschreiben ist. Das Glaubersalz z. B., welches an 56, und das phosphorsaure Natron, welches gegen 62 Prozent Wasser im festen Zustande enthält, macht hiebei in seiner Mischung mit Säuren ganz dieselbe Wirkung wie das Eis.

In einer dritten Tabelle stellt Walker noch einige, zum Theil aus den vorhergehenden zusammengesetzte Mischungen auf, die besonders geeignet sind, bedeutende Kältegrade durch Mischung zu erzeugen.

Mischungen.		Die Temperatur sinkt	Abkühlung in Graden.
Phosphorsaures Natron .	5 Theile.	Von - 18° bis —37°	19°
Salpetersaures Amoniak .	3 „		
Verdünnte Salpetersäure.	4 „		
Phosphorsaures Natron .	3 „	Von —37° bis —45°,5	8°,5
Salpetersaures Ammoniak	2 „		
Verd. Salpet.- u. Schwefels.	4 „		
Schnee	3 „	Von - 18° bis 43°	25°
Verdünnte Salpetersäure.	2 „		
Schnee	8 „	Von —23° bis —49°	26°
Verdünnte Salpetersäure	3 „		
Verdünnte Schwefelsäure	3 „		
Schnee	1 „	Von —29° bis —51°	22°
Verdünnte Schwefelsäure	1 „		
Schnee	8 „	Von —55°,5 bis —68°	12°,5
Verdünnte Schwefelsäure	10 „		
Schnee	3 „	Von — 7° bis —44½°	37°,5
Krystallisirtes Chlorkalzium	4 „		
Schnee	3 „	Von —12° bis —48°	36°
Krystall. Chlorkalzium .	4 „		
Schnee	2 „	Von - 9°,5 bis —55°,5	46°
Krystall. Chlorkalzium .	3 „		
Schnee	1 „	Von —18° bis —54°,5	36°,5
Krystall. Chlorkalzium. .	2 „		
Schnee	1 „	Von —40° bis —68°	28°
Krystall. Chlorkalzium .	3 „		

Digitized by Google

Die bei einigen dieser Substanzen angegebene bedeutende Kälte vor der Mischung wird dadurch hervorgebracht, das man sie, in passenden Gefäßen befindlich, mit einer Kältemischung umgeben eine Zeit stehen läßt.

III. Durch Verdampfung. Da, wie oben erwähnt, die Flüssigkeiten beim Verdampfen eine gewisse Menge von Wärme mit sich verbinden, ohne welche sie den luftförmigen Zustand nicht annehmen können, so ersieht man, daß durch Verdampfung Wärmeverbrauch, mithin Kälte entstehen müsse. Der Grad der so zu erzielenden Kälte hängt zum Theil von der Wärmemenge ab, die der Körper zur Verdampfung bedarf, mehr aber noch von der Flüchtigkeit des Körpers. Schon Wasser bewirkt durch seine Verdunstung an trockner Luft Kälte, ja es ist erweislich, daß diese Verdunstungskälte unter sehr günstigen Umständen selbst bis zum Gefrieren des Wassers steigen kann; so daß die Entstehung des Hagels von einigen Meteorologen auf diese Art erklärt ist. Auch die Wirkung der Alkarazzas, poröser thonerner Gefäße, die, mit Wasser gefüllt, bei recht trockner Luft dem Winde exponirt, und zum Kühlen der hineingestellten Getränke benutzt werden, gehört hierher. Besonders unter dem Rezipienten einer kräftig wirkenden Luftpumpe kann Wasser in einem Schälchen zum Gefrieren gebracht werden.

Andere, in höherem Grade flüchtige Flüssigkeiten, z. B. Weingeist, Aether u. dgl. geben einen noch höheren Kältegrad. Eine zu solchem Zwecke sehr bequeme Flüssigkeit ist die tropfbar flüssige schwefelichte Säure, die schon beim Verdunsten an der Luft eine Kälte erzeugt, in der Quecksilber zum Gefrieren kommt.

Die allerhöchsten bisher erhaltenen Kältegrade sind durch Verdunstung der tropfbar flüssigen Kohlensäure erzeugt. Es soll hierdurch eine Kälte von etwa — 100° entstehen, die sich inzwischen noch nicht genau hat bestimmen lassen, weil die Flüssigkeiten unserer Thermometer darin zum Gefrieren kommen. Das Ausführlichere über diesen Gegenstand gehört der Physik an.

Gelbbeeren (Grains d' Avignon, Berries of Avignon, persian berries). Die Beeren des Rhamnus infectorius, welche in der Gelbfärberei gebraucht werden, und besonders in der Provence, in Languedoc und der Dauphiné gewonnen werden. Man pflückt die Beeren im noch unreifen, grünen Zustande, trocknet sie, und bringt sie so in den Handel. Eine in etwas abweichende Sorte kommt von Persien, daher der Name „persische Beeren," sie sind größer und besser, als die französischen.

Die Hauptbestandtheile der Gelbbeeren sind: 1. ein gelber Farbstoff, verbunden mit einer in Aether unlöslichen, in Wasser leicht löslichen Substanz. Er scheint flüchtiger Natur zu sein. 2. Eine äußerst bittere, in Wasser und Alkohol losliche Substanz. Ein Dekokt von Gelbbeeren in der 10fachen Menge Wasser stellt eine braungelbe, ins Grüne spielende Flüssigkeit, von dem gewöhnlichen Geruch vegetabilischer Extrakte und einem bitteren Geschmack dar.

Dieses Dekokt gibt:

mit einer Lösung von Gallerte nach einiger Zeit einen geringen Niederschlag,
mit alkalischen Laugen eine mehr ins Orangegelbe spielende Färbung,
mit Säuren . . . . . eine schwache Trübung,
mit Kalkwasser . . . . . eine grünlich gelbe Farbe,
mit Alaun . . . . . eine gelbe Farbe,
mit schwefelsaurem Eisenoxyd eine olivengrüne Färbung,
mit Kupfervitriol ebenfalls
mit Zinnchlorür eine ziemlich gelbe Farbe nebst einem geringen Niederschlage.

M. s. den Artikel Kattundruckerei.

Digitized by Google

Gelbfärben (Teinture jaune, Yellow-dye). Ohne eine spezielle Anleitung im Gelbfärben zu geben, beschränken wir uns darauf, nur die wichtigeren gelben Farbstoffe namhaft zu machen. 1. Vegetabilische: Orlean, Färbeginster, Fustik, Gelbholz, Gelbbeeren, Querzitronrinde, Wau, Kurkume, Scharte und Weidenblätter. 2. Unorganische: Chromsaures Blei, Eisenoxyd, Salpetersäure (für Seide), Schwefelantimon und Schwefelarsenik. Die Anwendung dieser Farbmaterialien ist theils unter den betreffenden Artikeln, theils in den Artikeln Kattundruckerei, Färberei und Beizen nachzusehen. Auch in der Gelbfärberei spielen Thonerde und Zinnsalze die Hauptrollen als Beizmittel.

Gelbholz (Bois jaune, Fustic) ist nicht zu verwechseln mit dem Fisetoder Fustikholz (Fustet). Das Gelbholz ist das Holz von einer Art Maulbeerbaum, dem Morus tinctoria, während das Fisetholz von dem Gerberbaum, Rhus cotinus, kommt.

Das Gelbholz ist leicht, ziemlich weich und blaßgelb, mit orangegelben Adern. Es enthält zwei Farbstoffe, einen harzigen, und einen extraktiven, im Wasser löslichen. Der letztere kommt mit dem des Wau ziemlich überein, spielt aber etwas mehr ins Orangegelbe und ist nicht ganz so lebhaft.

Die wässerige Abkochung des Gelbholzes wird durch Zusatz von etwas Leim, noch mehr aber durch sauergewordene Milch heller und reiner von Farbe; und gibt auf Wolle, durch Vermittlung angemessener Beizen ein recht haltbares Gelb, das sich auch sehr gut mit Königs- und Sächsischblau verträgt, und so zur Darstellung verschiedener Schattirungen von Grün sehr anwendbar ist. Durch Alaun, Weinstein und Zinnsolution gewinnt die Farbe sehr an Lebhaftigkeit; Eisenvitriol und Kochsalz bewirken eine dunklere Schattirung. Das Holz ist sehr reich an Farbstoff, so daß 5 bis 6 Gewichtstheile Gelbholz hinreichen, um 16 Theile Zeug zitronengelb zu färben. Wau gibt allerdings ein reineres, weniger ins Orange spielendes Gelb, dagegen widersteht das Gelb vom Gelbholz besser den Einwirkungen von Säuren, in welcher Hinsicht es allen übrigen gelben Pigmenten vorsteht. Mit Eisenvitriol wird es sehr häufig zu olivengrünen und bräunlichen Farben gebraucht, wozu es sich der matten gelben Farbe wegen sehr gut eignet. Auch Dunkelgrün wird häufig damit gefärbt.

Gelbkraut s. Wau.

Genever (Genièvre, Gin). Ein durch Wachholderbeeren parfümirter Branntwein, daher der Name (Genièvre, juniperus der Wachholder). Er wurde früher fast ausschließlich, und wird auch jetzt noch hauptsächlich in Holland gemacht. Im Englischen unterscheidet man den Hollands gin, eigentlichen Genever, von British gin, gewöhnlichem Kornbranntwein.

In Schiedam, welches den berühmtesten Genever produzirt, wird dazu ungemalzter Rigaer Roggen (von 54 engl. Pfd. pr. Bushel, oder 78½ preuß. Pfd. pr. Scheffel) und Gerstenmalz (von 37 engl. Pfd. pr. Bushel; oder 54½ preuß. Pfd. pr. Scheffel) in dem Verhältniß von 2 Theilen des ersteren zu 1 Theil des letzteren genommen. Der Maischbottig, der auch zugleich als Gährbottig dient, faßt circa 700 Gallons, und hat ungefähr 5 Fuß oberen Durchmesser, läuft nach unten ein wenig verjüngt zu, und ist etwa 4¼ Fuß tief. Zum Rühren dient ein länglich viereckiges eisernes Gitter, das an einer hölzernen Stange befestigt ist. Auf jeden Zentner (112 Pfd. engl.) Schrot werden zuerst 24 Gallons Wasser (240 Pfd.) von 72 bis 76° C (für sehr trocknen Roggen ist 72° am besten) in den Bottig gebracht, das Malzschrot hinzugegeben, mit dem Wasser gut gemischt, und nun das Roggenmehl eingeschüttet. Das Ganze wird dann aufs Sorgfältigste durchgearbeitet, bis es einen ganz gleichförmigen Brei bildet, eine Aufgabe, in welcher

Digitized by Google

die holländischen Arbeiter besondere Geschicklichkeit entwickeln, und es als eine Ehrensache betrachten, damit in wenigen Minuten fertig zu seyn. Man bedeckt nun den Bottig mit einem leinenen Tuch, und legt einen dicht anschließenden Deckel darauf, um die Wärme zusammen zu halten. So bleibt die Maische 2 Stunden ruhig stehen, worauf sie nochmals durchgerührt, und nun zuerst mit klarer Schlempe von einer vorhergegangenen Destillation, darauf mit soviel kaltem Wasser versetzt wird, daß die Temperatur auf etwa 30° C herabkommt. Die so weit gekühlte Maische wird mit bester Flandrischer Preßhefe, in dem Verhältniß von 1 Pfund derselben auf je 100 Gallons Maische, gestellt. Die Maische zeigt gewöhnlich 33 bis 38 Pfd. am Aräometer von Dicas. Die Gährung dauert meist 48 bis 60 Stunden, wo dann das spez. Gew. der Maische = 1,004 bis 1,007 zu sein pflegt.

Da in Holland wenig Bierhefe gewonnen wird, und die Bäcker deshalb oft in Verlegenheit sind, so nehmen die Geneverbrenner einen Theil der Hefe von ihren Bottigen ab, ein Verfahren, wodurch die Ausbeute an Spiritus wahrscheinlich vermindert wird, die Qualität desselben aber gewinnen dürfte, in so fern die so gewonnene Maische weniger mit hefigen Theile geschwängert wird. In den englischen Branntweinbrennereien, wo man keine Hefe abnimmt, erhält das Destillat durch das Uebermaß von Hefe einen weniger reinen Geschmack.

Am dritten Tage nach dem Stellen wird die fertig gegohrne Maische auf die Blase gebracht und geluttert. Zu jeden 100 Gallons dieses Lutters kommen nun 2 Pfd. 3 bis 5 Jahr alte Wachholderbeeren und ungefähr ½ Pfd. Salz, welches in einer zweiten Blase bei mäßigem, gut regierten Feuer soweit abdestillirt wird, bis die Schlempe erschöpft ist. Der so gewonnene Branntwein (Genever) zeigt 2 bis 3 Prozent mehr, als der englische Probespiritus, enthält also etwa 60 Volumprozente, und besitzt das eigenthümliche Aroma des Wachholderöls. Die Ausbeute beläuft sich auf 18 bis 21 Gallons pr. Quarter, also 13,6 bis 15,9 Quart pr. Scheffel.

Diese ganz zuverlässigen Notizen über die Fabrikation des ächten holländischen Genever sind dem Dr. Ure von einem ausgezeichneten Brenner, Robert Mere mitgetheilt, der, in der Absicht, eine Geneverbrennerei in England anzulegen und den Genuß dieses Getränkes dort einzuführen, sich längere Zeit in Schiedam aufgehalten, und die Kunst ganz gründlich erlernt hatte, von seinem Unternehmen aber wieder abstehen mußte, weil die Gaumen der englischen Branntweintrinker, an fuselige Produkte gewöhnt, ein so reines Getränk nicht goutiren wollten.

Gerberei (Tannage, Tanning). Die Kunst Leder aus thierischen Häuten zu bereiten. (M. s. den Artikel Leder.)

Gerbstoff (Principe tannant, Tan). Der früher gebräuchliche, jetzt aber, nachdem die saure Beschaffenheit des Körpers dargethan worden, mit dem Namen Gerbsäure vertauschte Ausdruck, zur Bezeichnung des Hauptbestandtheiles der Galläpfel, auf dessen Vorhandensein die technische Anwendung der Galläpfel, Knoppern, Eckerdoppen, der Eichenrinde, des Schmack und anderer zum Gerben und Schwarzfärben dienender Materialien hauptsächlich beruhet. Die Darstellung und die Eigenschaften desselben sind in dem Artikel Galläpfel beschrieben. Hier mag nur noch eine Tabelle über den Gehalt der wichtigeren Gerbmaterialien an Gerbsäure nach Davy, Biggin und Cadet de Gassicourt einen Platz finden.

Digitized by Google

Substanz.	In 480 Theilen nach H. Davy.	In etwa 8 Unzen nach Biggin. Gran.	In 100 Theilen nach Cadet de Gassicourt.
Weiße innere Rinde von alten Eichen .	72	—	21
dto. von jungen dto. .	77	—	—
dto. vom spanischen Kastanien-Baum .	63	30	—
dto. von der Weide von Leiceſter.	79	—	—
Mittlere gefärbte Rinde von alten Eichen.	19	—	—
dto. vom spanischen Kastanienbaum.	14	—	—
dto. von der Weide von Leiceſter .	16	—	—
Ganze Eichenrinde	29	—	—
dto. Kastanienrinde	21	98	—
dto. Leiceſter Weidenrinde	33	—	—
dto. Ulmenrinde	13	—	—
dto. gemeine Weidenrinde	11	—	—
Sizilianischer Sumach	78	—	—
Malaga Sumach	79	—	—
Souchong Thee	48	—	—
Grüner Thee	41	—	—
Bombai Katechu	261	—	—
Bengalisches Katechu	231	—	—
Galläpfel	127	—	—
Eichenrinde im Winter geſchält . . .	—	30	—
dto. im Frühling geſchält . . .	—	108	—
Buchenrinde	—	31	—
Fliederrinde	—	41	—
Pflaumenbaumrinde	—	58	—
Sykamore-Weidenrinde	—	53	16
Birkenrinde	—	54	—
Kirschbaumrinde	—	59	—
Saalweidenrinde	—	59	—
Pappelrinde	—	76	—
Haſelrinde	—	79	—
Eſchenrinde	—	82	—
Tormentillwurzel	—	—	46
Cornus sanguinea von Kanada . . .	—	—	44
Erlenrinde	—	—	36
Aprikoſenrinde	—	—	32
Granatbaumrinde	—	—	32
Cornwaller Kirschbaumrinde	—	—	19
Thränenweidenrinde	—	—	16
Rinde der Zwergtanne mit myrthenförmigen Blättern . .	—	—	13
Virginiſche Sumachrinde	—	—	10
Rinde von der grünen Eiche	—	—	10
Rinde vom Sperberbaum	—	—	8
dto. von der amerikaniſchen Roßkaſtanie	—	—	8
dto. von der gemeinen Roßkaſtanie .	—	—	6
dto. von der Karolina Roßkaſtanie . .	—	—	6
dto. vom Karolina Sumach	—	—	5

Die Rinden müſſen, am beſten im Frühjahr, wenn ſie recht im Saft ſind, von dem Stamm und den Zweigen der Bäume, die nicht unter 30 Jahr ſein dürfen, abgeſtreift werden. An einigen Orten zieht man

auch im Herbste die Rinde ab, und läßt die Bäume so stehen, worauf sie zu vegetiren aufhören und absterben, aber, wie man dort glaubt, ein festeres Zimmerholz liefern. Dieses Verfahren ist inzwischen zu mühsam, daher man fast allgemein die Rinde von schon gefällten Bäumen abzieht. Im Allgemeinen sind die Rinden von alten Bäumen reicher an Gerbsäure als die von jungen.

Gerste (Orge, Barley). Man unterscheidet zwei Arten, die zweizeilige (hordeum vulgare distichon), die hauptsächlich in England, und die sechszeilige (hordeum vulgare hexastichon), die vorzüglich in Schottland gebaut wird, und hier bear oder bigg heißt. Diese letztere ist eigentlich auch nur zweizeilig, allein es laufen allemal drei Körner von einem Punkte aus, daher sie das Ansehen hat, als wäre sie sechszeilig. Nach Einhofs Analyse enthält die reife Gerste 18,75 Hülsen, 70,05 Mehl und 11,2 Wasser. In 100 Mehl fand er 5,21 Schleimzucker, 4,62 Gummi, 67,18 Stärke, 7,29 faserige Materie, 3,52 Kleber, 1,15 Eiweißstoff, 0,24 phosphorsauren Kalk, 9,37 Wasser (Verlust 1,42). —

Das spez. Gew. der Gerste beträgt nach Ure 1,235. Ueber das von Proust in der Gerste aufgefundene Hordein ist der Artikel „Bier" nachzusehen.

Gingham (Gingham, Bengal stripes) ein auch öfters unter dem Namen englische Leinwand vorkommender baumwollener Stoff mit eingewebten farbigen Streifen, theils glatt wie Leinwand, theils gekeppert: der letztere heißt im Besonderen Köper-Gingham.

Glanzkohle. Die gewöhnlichste Varietät der Steinkohle. M. s. Steinkohle.

Glas (Glass, Verre). Eine durchsichtige, durch Zusammenschmelzen von Kieselerde mit Alkalien gebildete feste Masse; war schon den alten Phöniziern bekannt, und wurde eine geraume Zeit hindurch nur von ihnen fabrizirt, weil sich in dem von diesem Volke bewohnten Landstriche die roben Materialien: Sand und Natron, nebst Brennmaterial, in Menge vorfanden. Die ältesten Aegypter scheinen mit der Verfertigung des Glases unbekannt gewesen zu sein, wenigstens geschieht in den Büchern Moses desselben keine Erwähnung. Nach Plinius und Strabo aber waren zu ihrer Zeit die Glashütten in Sidon und Alexandria ihrer vortrefflichen Arbeiten wegen sehr berühmt. Es wurden hier geschliffene, geschnittene, vergoldete Glaswaaren, und gefärbte Gläser zur Nachahmung der Edelsteine verfertigt.

Auch die Römer hatten Glas und machten mehrfachen Gebrauch davon, selbst als Fensterglas, welches sich in den Ruinen von Herculanum gefunden hat und auf ähnliche Weise wie unser jetziges Fensterglas angefertigt zu sein scheint *). Wahrscheinlich sind es die Kreuzfahrer, die im 13. Jahrhundert diesen Industriezweig von dem Morgenlande nach Venedig verpflanzten, wo er lange geheim gehalten wurde, und ein sehr lukratives Monopol bildete; und erst nach der Mitte des 17. Jahrhunderts verdankte Frankreich der Einsicht Colbert's die Einführung der Fabrikation von geblasenem Spiegelglase.

Ohne allen Zweifel ist die Erfindung oder Entdeckung des Glases durch den Zufall gemacht worden, wobei jedoch nicht zu verkennen ist, daß einige schon von den ältesten Völkern betriebene Industriezweige fast nothwendig darauf führen mußten, besonders die Töpferei und die Gewinnung der Metalle, bei welchen beiden so hohe Hitzgrade in eigenen

*) Laut mündlicher Mittheilung eines Alterthums-Kenners, der sich lange Jahre in Neapel aufgehalten hat, scheinen die in Herculanum gefundenen antiken Fensterscheiben vielmehr gegossen als geblasen zu sein, und zwar in der für jede einzelne Fensteröffnung erforderlichen Größe, indem sie auf allen Seiten abgerundete, wie vom flüssigen Zustande herrührende Ränder haben.

Digitized by Google

Oefen gegeben werden mußten, daß unter günstigen Umständen glasartige Erzeugnisse kaum ausbleiben konnten. Plinius erzählt uns: ein mit nitrum, d. i. natürlichem Natron, beladenes Kaufmannsschiff sei bei stürmischem Wetter an die Küste in der Nähe der Mündung des Flusses Belus getrieben worden; die Schiffer hätten sich genöthigt gesehen, ihre Speisen am Ufer zu kochen und einige Klumpen Natron auf den Sand gelegt, um ihren Kessel darauf zu stellen; da habe sich dann zu ihrem Erstaunen durchsichtiges Glas auf dem Sande gefunden. Der Sand dieses kleinen Flusses in Galilea, der am Fuße des Berges Carmel entspringt, stand daher noch lange Zeit in dem Rufe, zur Verglasung besonders geeignet zu seyn, und wurde daher sehr geschätzt, und weit verschickt.

Agricola, der älteste Schriftsteller über Glasfabrikation, beschreibt die Oefen fast ganz so, wie sie auch jetzt noch sind. Nach ihm haben Neri, Kunkel, Heukel, Pott, Achard und andere Chemiker darüber geschrieben; die besten älteren Abhandlungen über Glas sind die von Neri, Bosc d' Antic, Loysel und Allut, in der Encyclopédie Methodique.

Fensterglas wurde in England zuerst im Jahre 1557 in Crutched Friars in London angefertigt; feinere Artikel in Flintglas bald darauf in Savoy House, am Strand. Im Jahre 1635 führte Robert Mansell die für England so wichtige Verbesserung ein, mit Steinkohlen, statt Holz, zu feuern. Die ersten geblasenen Glastafeln zu Spiegeln und Kutschenfenstern wurden 1673 in Lambeth von Venetianischen Künstlern gemacht, die der Herzog von Buckingham hingezogen hatte.

Im Jahre 1688 fing Abraham Thevart in Frankreich an, Spiegelglas zu gießen, eine Erfindung, die nachher zu der Gründung der berühmten Spiegelgießerei in St. Gobin führte, welche fast ein Jahrhundert lang der einzige Ort war, wo dieser hochgepriesene Luxusartikel angefertigt wurde. In der letzteren Zeit jedoch hat auch England angefangen, sich mit Erfolg diesem Industriezweige zu widmen; würde aber gewiß schon viel weiter sein und diese Kunst auf einen hohen Grad der Vollendung gebracht haben, wozu die Ausbildung der chemischen Analyse und die Vervollkommnung der Verfahrungsarten zur Herstellung und Reinigung der rohen Materialien die Hand bieten, wenn nicht die englische Gesetzgebung mit ihren Steuern hindernd in den Weg getreten wäre.

Nachdem die Untersuchungen von Berzelius überzeugend dargethan haben, daß die Kieselerde zu der Klasse der Säuren gehört, erklärt sich die Natur des Glases ohne Schwierigkeit. Es besteht nämlich aus einem oder mehreren kieselsauren Salzen, als kieselsaurem Kali, Natron, Kalk, Bleioxyd, Thonerde, Eisenoxyd u. a., die, vorausgesetzt, daß nur eine alkalische Base zugegen bleibt, einander ersetzen können. Auf der anderen Seite kann auch die Kieselsäure durch Borsäure ersetzt werden, ohne daß das Glas in seiner Natur wesentlich geändert wird.

Der Ausdruck Glas begreift daher verschiedene derartige Verbindungen, welche darin übereinkommen, daß sie bei hoher Temperatur schmelzbar, bei gewöhnlicher Temperatur fest, glänzend, mehr oder weniger durchsichtig und spröde sind. Es gibt so unzählig viele verschiedene Glassorten, deren Unterschiede oft sehr unbedeutend und schwankend sind, daß eine scharfe Charakterisirung und Unterscheidung wohl zu den Unmöglichkeiten gehört; man pflegt jedoch als Anhaltspunkte die folgenden Hauptgattungen anzunehmen:

1. Lösliches Glas (Wasserglas). Kieselsaures Kali oder Natron, oder eine Verbindung von beiden, die in heißem Wasser löslich ist.
2. Böhmisches Glas, Kronglas. Kieselsaures Kali und Kalk.
3. Spiegelglas und englisches Kronglas. Kieselsaures Natron und Kalk; zuweilen auch Kali haltend.
4. Grünes Bouteillenglas. Kieselsaures Natron (oder Kali), Kalk, Thonerde und Eisen.

Digitized by Google

5. Gewöhnliches Krystall- oder Flintglas. Kieselsaures Kali und Bleioxyd.

6. Flintglas zu optischen Instrumenten. Ebenso wie das vorhergehende, nur etwas reicher an Bleioxyd.

7. Straß. Ebenfalls kieselsaures Kali und Bleioxyd, aber noch bleihaltiger als das vorhergehende.

8. Schmelzglas oder Email. Kieselsaures und zinn- oder antimonsaures Kali (oder Natron) und Bleioxyd.

Wenn man Glas nach dem Schmelzen äußerst langsam abkühlen und erstarren läßt, so scheiden sich in demselben krystallinische Verbindungen von bestimmter chemischer Zusammensetzung aus, so daß die, vorher ganz gleichförmige Mischung der Bestandtheile sich in verschiedene Verbindungen zertheilt, und so eine wesentliche Aenderung in der Beschaffenheit des Glases bedingt. Es wird sehr hart, faserig, halbdurchsichtig, schwerflüssiger und ein besserer Elektrizitäts- und Wärmeleiter, als gewöhnliches Glas. Réaumur, der diese Erscheinung zuerst beobachtet zu haben scheint, nennt das Glas in diesem Zustande entglaset (dévitrifié). Man hat es nach ihm Reaumur'sches Porzellan genannt. Diese Entglasung tritt auch ohne eigentliche Schmelzung ein, wenn man nur fertiges Glas bis zum mäßigen Weichwerden erhitzt, und in diesem Zustande längere Zeit erhält. Je zusammengesetzter die Mischung des Glases, um so mehr ist es geneigt, sich zu entglasen; besonders also Bouteillenglas, demnächst gewöhnliches weißes Fensterglas; am wenigsten Flintglas. Man muß daher besonders bei der Bouteillenfabrikation auf diesen Umstand Rücksicht nehmen; und bei dem Blasen und Formen der Bouteillen mit möglichster Schnelligkeit zu Werke gehen, denn je öfter man das Glas abkühlen läßt und es wieder erwärmt, desto zäher und schwerer zu erweichen wird es, und zeigt dann eine Menge steinartiger, körniger Absonderungen in seiner Masse.

Dieselbe Entglasung tritt auch beim Glasblasen vor der Lampe ein, wenn der Glasbläser wenig Uebung hat, und, um die Arbeit fertig zu machen, das Glas zu oft wieder anwärmt.

Die Eigenschaften eines guten Glases sind folgende: Es ist ganz farblos und klar wie Bergkrystall; die gewöhnlicheren geringeren Sorten sind durch Metalloxyde, besonders Eisenoxydul, mehr oder weniger grünlich gefärbt. Es ist bei gewöhnlicher Temperatur hart, spröde und hellklingend; in feinen Fäden oder Blättchen biegsam und sehr elastisch. Der Bruch ist ausgezeichnet muschlig und glasglanzend. In Rothglühhitze wird es weich, äußerst zähe und bildsam.

Ganz unreine und mehr oder weniger undurchsichtige glasartige Massen, wie sie bei vielen Schmelzprozessen, z. B. bei der Eisengewinnung im Hochofen u. a., gebildet werden, nennt man Schlacke.

Die Kieselerde, die in allen gewöhnlichen Glassorten den Hauptbestandtheil ausmacht, ist für sich in der stärksten Ofenhitze unschmelzbar; während ihre salzartigen Verbindungen mit den Metalloxyden, besonders die mit den Alkalien und dem Bleioxyde desto leichter schmelzbar sind, je größer die Menge der zugesetzten Salzbasen ist. Auf der anderen Seite wird durch einen zu großen Zusatz dieser Flußmittel die Güte des Glases wesentlich beeinträchtigt, daher es im Allgemeinen Regel ist, so wenig Flußmittel als möglich anzuwenden.

Die Theorie hat bisher noch nichts zur Auffindung der zweckmäßigsten Mischungsverhältnisse der Bestandtheile des Glases beitragen können, weil ohne Zweifel die Kieselsäure mit jeder der verschiedenen metallischen Basen mehrfache Verbindungen eingeht, welche wieder durch Zusammenschmelzen sich vereinigen können, so daß es also für die Praxis so gut ist, als wenn die Kieselerde mit den Flußmitteln sich ohne Weiteres in jedem beliebigen Verhältniß verbindet. Aus demselben Grunde

Digitized by Google

hat auch die Theorie aus den Glasanalysen bisher wenig Vortheil gezogen.

In einer Art freilich wäre es vielleicht möglich, durch theoretische Betrachtung die Mischung eines Glassatzes zu verbessern. Gesetzt z. B. man hätte ein gutes farbloses Glas analysirt und in 95 Theilen desselben 72 Theile Kieselerde, 13 Th. Kali und 10 Th. Kalk gefunden *). Dieses Verhältniß stimmt zwar nicht ganz, aber doch ziemlich genau mit dem Verhältniß von

1	Atom	Kali	= 589.92
1	„	Kalk	= 356.02
3	„	Kieselerde	= 1732.44
2	„	Kieselerde	= 1154.96

überein; denn unter dieser Voraussetzung würde das Verhältniß zwischen jenen Stoffen sein: 14,63 Kali : 8,82 Kalk : 42,93 + 28,62 = 71,55 Kieselerde. Da nun hiernach jenes analysirte Glas ziemlich genau aus einem Atom doppelt kieselsaurem Kali und 1 Atom dreifach kieselsaurem Kalk, oder umgekehrt aus 1 Atom doppelt kieselsaurem Kalk und 1 Atom dreifach kieselsaurem Kali besteht, so würde man wahrscheinlich ein noch besseres Glas bekommen, wenn man es ganz genau nach dieser atomistischen Zusammensetzung, also aus 14,63 Kali, 8,82 Kalk und 71,55 Kieselerde, statt aus 13 Kali, 10 Kalk und 72 Kieselerde bildete.

Das Verhältniß, in welchem sich die Kieselerde mit den Alkalien und anderen Metalloxyden verbindet, ist zum Theil mit von der Temperatur abhängig. Je niedriger dieselbe, desto weniger Kieselerde geht in das Glas ein, und umgekehrt. Setzt man ein zuviel Alkali haltendes Glas einer viel größeren Hitze aus, als die ist, bei welcher es gebildet wurde, so tritt das überschüssige Alkali zum Theil mit dem Material des Schmelzgefäßes zusammen, um dieses zu verglasen, zum Theil wird es verflüchtigt, und es bleibt endlich ein Glas von der, diesem größeren Hitzgrade angemessenen Zusammensetzung, so daß also ein und derselbe Glassatz je nach der größeren oder geringeren Hitze des Glasofens ganz verschiedenes Glas liefern kann. Wenn ein sehr kalkhaltiges Glas, welches, bei hoher Temperatur geschmolzen und verarbeitet, sehr gut und durchsichtig sein kann, eine Zeit lang bei geringerer Temperatur in Fluß gehalten wird, so tritt ein Theil des Kalkes mit Kieselerde zu einer besonderen Verbindung von nur halbglasiger, mehr steinartiger Beschaffenheit zusammen, wodurch das ganze Glas an Durchsichtigkeit verliert. Wahrscheinlich entstehen hierbei saure und basische kieselsaure Verbindungen von verschiedenen Graden der Schmelzbarkeit. Daß einem solchen Vorgange das Reaumur'sche Porzellan seine Entstehung verdankt, ist bereits oben erwähnt. Es kann jedoch auch auf ganz entgegengesetzte Weise das Glas von seiner Durchsichtigkeit und Güte verlieren, nämlich wenn man es so lange einer hohen Temperatur aussetzt, daß ein beträchtlicher Theil des Alkali sich verflüchtigt.

Das spezifische Gewicht des Glases schwankt zwischen 2.3 und 3.6 Das bloß aus Kieselerde und Kali bestehende Glas ist das spezifisch leichteste; das kalkhaltige ist schon schwerer, und das bleihaltige am schwersten. Gewöhnliches Tafelglas aus Kieselerde, Natron und Kalk hat 2.5 bis 2.6 spez. Gewicht, englisches Krystall- oder Flintglas 3 bis 3.6.

Die Fähigkeit des Glases, den Einwirkungen des Wassers, der Alkalien, der Säuren, der Luft, des Lichtes und anderen Einflüssen zu widerstehen, ist im Allgemeinen um so größer, je höher die Temperatur war, der es seine Entstehung verdankt, je geringer die Quantität der

*) Dieß ist in der That die wesentliche Zusammensetzung eines schönen böhmischen Glases (s. die unten folgende Tabelle).

Digitized by Google

mit der Kieselerde verbundenen Flußmittel ist, und vielleicht auch, je mehr sich seine Zusammensetzung einem bestimmten einfachen Atomenverhältniß nähert. Durch einen allzugroßen Kaligehalt wird das Glas im Wasser theilweise löslich; das weiße englische Krystallglas wird, wenn man Wasser anhaltend darin kocht, angegriffen; dagegen widersteht Kronglas weit länger dem kochenden Wasser und anderen Einwirkungen, ist daher zu chemischen Apparaten dem Bleiglas unbedingt vorzuziehen. Wenn auch gewöhnliches Glas im Wasser wenig löslich ist, so zeigt es doch eine bemerkliche Neigung, Feuchtigkeit aus der Luft anzuziehen und auf seiner Oberfläche zu verdichten. Diese hygroskopische Beschaffenheit findet sich besonders beim Kaliglas, vielleicht, weil das reine Kali an und für sich eine größere Anziehung zum Wasser äußert, vielleicht theilweise auch deswegen, weil das Natronglas in seiner prozentischen Zusammensetzung weniger Alkali enthält, als Kaliglas (in Folge des kleineren Atomgewichts).

100 Theile Sand z. B. liefern mit 33 Theilen kohlensaurem Natron oder 45 Theilen kohlensaurem Kali ein dem Wasser wenig widerstehendes Glas. Nimmt man weniger Alkali, und schmilzt bei sehr starker und anhaltender Hitze, so entsteht schon ein gutes, recht haltbares Glas. Gibt man nun aber einen kleinen Zusatz von Kalk, so werden die Eigenschaften des Glases noch verbessert. Es wird dichter, härter, glänzender. Der Kalk ist auch insofern nützlich, als er zur Zersetzung des schwefelsauren Kali beiträgt, welches in der gewöhnlichen Pottasche vorkommt.

Luft und Licht üben bei lange anhaltender Einwirkung einen bemerklichen Einfluß auf das Glas. Die bläuliche oder grünliche Farbe wird nach und nach schwächer, wahrscheinlich durch höhere Oxydation des Eisenoxyduls zu Oxyd. Andere Glassorten werden röthlich und zuweilen ziemlich dunkel violett, ohne Zweifel durch höhere Oxydation des in ihnen enthaltenen Mangans. Da die Einwirkung von Säuren auf die Bestandtheile des Glases eine ähnliche, obwohl kräftigere ist, wie die des Wassers und der feuchten Atmosphäre, so können wir aus der Fähigkeit eines Glases, den stärkeren Säuren mehr oder weniger zu widerstehen, mit ziemlicher Sicherheit auch auf seine Dauerhaftigkeit unter den gewöhnlichen Verhältnissen schließen. Man koche zu dem Ende das zu prüfende Glas eine Zeit lang in konzentrirter Schwefelsäure. Gutes Glas hält sich hierbei lange, ohne in der Glätte oder dem Glanz seiner Oberfläche etwas zu verlieren; schlechtes Glas wird rauh und matt.

Die Sprödigkeit von ungefühltem Glase ist so groß, daß dicke Gläser bei bloßem Temperaturwechsel der Luft zerspringen können; daher das Kühlen im Kühlofen einen so wesentlichen Theil der Fabrikation ausmacht. Ein überall leicht ausführbares Mittel, um Gläser, von denen man fürchtet, daß sie nicht gut gefühlt worden, für Temperaturwechsel weniger empfindlich zu machen, besteht darin, daß man sie in starkes Salzwasser, oder besser in Oel legt, sie darin so stark wie möglich (beim Oel so weit bis dieses zu prasseln anfängt) erhitzt, diese Hitze einige Zeit anhalten, und endlich das Ganze sehr langsam abkühlen läßt. Nach dieser Behandlung wird das Glas innerhalb der Temperaturgrenzen des Oelbades dem Springen durch Temperaturwechsel, z. B. durch plötzliches Eingießen von heißem Wasser, wenig unterliegen.

In den schweren, leichtflüssigen Glassorten bildet Bleioxyd einen wesentlichen Bestandtheil, wobei es gewissermaßen den Kalk ersetzt, und sich auch, wie die übrigen Basen, mit der Kieselsäure zu einem Salze, kieselsaurem Bleioxyd, verbindet.

Wenn man nach dem Resultate einer von Berthier angestellten Analyse des besten, farblosen, blasenfreien englischen Krystallglases die atomistische Zusammensetzung desselben berechnet, so ergibt sie sich folgendermaßen:

Digitized by Google

	Atome	Prozentische Zusammensetzung. berechnet	gefunden
Kieselsäure	5 = 2887.40	59,26	59,20
Bleioxyd	1 = 1394.50	28,63	28,20
Kali	1 = 589.92	12,11	9,00
Eisen- und Manganoxyde	—	—	1,40
	4871.82	100,00	97,80

Uebrigens kommen andere, nicht minder fehlerfreie Sorten von Bleiglas vor, deren Zusammensetzung von der hier aufgeführten in dem Blei- und Kaligehalt bedeutend abweicht.

Die Erfahrung zeigt, daß Bleiglas besser mit Kali, als mit Natron angefertigt wird, insofern das letztere leicht einen Stich ins Gelbliche bedingt.

Das Glas, welches zu optischen Instrumenten bestimmt ist, muß natürlich mit ganz besonderer Sorgfalt angefertigt werden. Man unterscheidet hier zwei Hauptsorten: Kronglas und Flintglas, von denen das erstere ein gewöhnliches, obgleich sehr gutes, bleifreies, das letztere dagegen ein stark bleihaltiges Glas ist, und welche sich in optischer Hinsicht dadurch unterscheiden, daß das Flintglas bei fast gleichem mittleren Brechungsvermögen, die einzelnen farbigen Lichtstrahlen weit stärker auseinander lenkt oder zerstreuet, als das Kronglas.

Das zu optischen Zwecken dienende Kronglas muß vollkommen klar, und so wenig gefärbt sein, daß ein ziemlich dickes Stück dem durchfallenden Lichte keine bemerkliche Färbung ertheilt. Es muß ganz frei von Streifen und von Luftblasen sein, nicht die geringste milchige Trübung zeigen; und selbst bei der Verarbeitung in größeren Quantitäten diese Eigenschaften unverändert beibehalten. Kali ist für optisches Kronglas besser als Natron, weil das mit Natron angefertigte beim langsamen Abkühlen der Entglasung mehr unterliegt, und leichter eine schwache opalisirende Trübung erleidet, als das erstere. Da aber reines Kaliglas, wie oben bemerkt, gern aus der Luft Feuchtigkeit anzieht, wodurch es mit der Zeit den Glanz und die Klarheit seiner Oberfläche einbüßt, so setzt man ihm etwas Kalk zu, und wendet dabei so wenig Kali und so starke Hitze an, wie nur irgend möglich.

Der Grund, weshalb sich das englische Kronglas, obgleich Natronglas, so sehr zu optischen Instrumenten eignet, scheint allein in der so sehr großen Hitze der englischen Kronglasöfen und dem so geringen Alkaligehalte des Glases zu liegen.

Die Herstellung von gutem Flintglase zu optischen Instrumenten ist mit weit größeren Schwierigkeiten verbunden, weil dieses Glas so sehr geneigt ist, Ungleichheiten in der Dichtigkeit anzunehmen. (M. s. den Artikel Glasfabrikation.)

Folgende Tabelle enthält die Resultate verschiedener von Berthier und Dümas angestellter Glasanalysen.

Analysen von Berthier.

	Weißes Glas.					Halbgrünes Glas.				Bouteillenglas			Krystallglas.		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Kieselerde	72,0	71,7	68,6	73,4	69,2	71,6	69,2	63,5	62,0	60,0	60,4	59,6	55,0	51,4	59,2
Kalk	6,4	10,3	11,0	4,2	7,6	10,0	13,0	16,2	15,6	22,3	20,7	18,0	—	—	—
Kali	—	12,7	6,9	17,2	15,8	10,6	8,0	10,5	—	13,1	3,2	3,2	6,6	9,4	9,0
Natron	17,0	2,5	8,1	—	3,0	—	3,0	—	16,4	—	—	—	—	—	—
Bittererde	—	—	2,1	—	2,0	—	0,6	—	2,2	—	0,6	7,0	—	—	—
Thonerde	2,6	0,4	1,2	1,5	1,2	3,0	3,6	4,5	2,4	8,0	10,4	6,8	1,0	1,2	—
Eisenoxyd	1,1	0,3	0,2	1,0	0,5	1,5	1,5	2,5	0,7	4,0	3,8	4,4	—	0,8	0,3
Manganoxyd		0,2	0,1	1,0	—	0,3	—	0,2	—	1,2	—	0,4	—	—	1,0
Bleioxyd	—	—	—	1,0	—	—	—	—	—	—	0,9	—	34,4	37,4	29,2
Baryt	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Phosphorsäure	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,4	—	—	—	—	—
	99,1	98,1	98,2	99,3	99,3	97,0	99,0	98,4	99,3	99,0	100,0	99,4	98,0	100,2	97,8

Digitized by Google

Nro. 1, weißes Glas von Bagneaux bei Nemours. 2. Schönes weißes Hohlglas von Neuewelt in Böhmen. 3. Altes Venetianisches Spiegelglas. 4. Glas von Rührstäbchen. 5. Sehr leichtflüssiges Glas zum Blasen von Perlen. 6. 7. 8. 9. Glas zu Mixturgläsern und anderem ordinärem Hohlglas. 10. Bouteillenglas von Souvigny bei Moulins. 11. Desgleichen von St. Etienne, mit Schwerspath angefertigt. 12. Desgleichen von Epinac bei Autun. 13. Beste Sorte Krystallglas von Vonèche in Belgien. 14. Krystallglas von Newcastle. 15. Krystallglas, in England zu chemischen Apparaten dienend.

Analysen von Dümas.

	Böhm. Glas.	Kron-glas.	Fenster-Glas.						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kieselerde .	69,4	62,8	69,7	68,5	68,5	68,7	69,3	68,0	69,0
Kali . . .	11,8	22,1	—	—	—	—	—	—	—
Natron . .	—	—	15,2	12,9	13,7	17,7	11,3	10,1	11,1
Kalk . . .	9,2	12,5	13,3	16,2	7,8	9,6	17,2	14,3	12,5
Thonerde. .	9,6	2,6	1,8	2,4	10,0	4,0	2,2	7,6	7,4
Eisenoxydul.	—	—	—	—	—	—	—	—	
Bleioxyd . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

	Spiegel-glas.		Bouteillen-glas.		Krystall-glas.	Flint-glas.	Straß.
	10	11	12	13	14	15	16
Kieselerde . .	75,9	73,8	53,5	45,6	56,0	42,5	38,1
Kali	—	5,5	5,5	6,1	8,9	11,7	7,9
Natron . . .	17,5	12,1		—	—	—	—
Kalk	3,8	5,6	29,2	28,1	2,6	0,5	—
Thonerde . .	2,8	3,5	6,0	14,0	—	1,8	1,0
Eisenoxydul .	—	—	5,8	6,2	—	—	—
Bleioxyd . .	—	—		—	32,5	43,5	53,0
	100,0	100,5	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Nr. 1. Böhmisches Glas. 2. Deutsches Kronglas von vorzüglicher Güte. 3. 4. 5. Weiches französisches Fensterglas. 6. Sehr weiches französisches Fensterglas. 7. 8. Hartes französisches Fensterglas. 9. Englisches Fensterglas. 10. 11. franz. Spiegelglas. 12. 13. französisches Bouteillenglas. 14. Krystallglas von unbekanntem Ursprunge. 15. Flintglas von Guinand. 16. Straß aus der Fabrik von Douault-Wieland in Paris.— Spuren von Eisen fanden sich in fast allen Gläsern. Nr. 15 enthielt eine Spur Arsenikſäure, Nr. 16 Spuren von Arsenikſäure und Borax.

Digitized by Google

Zusammenstellung des Betrages der Zolleinnahme Großbritanniens in dem, mit dem 5. Januar 1838 abgelaufenen Jahre, von den verschiedenen Glassorten; aus einem Berichte entlehnt, welcher auf Verlangen des Hauses der Gemeinen demselben am 1. März 1838 erstattet wurde. Nebst Angabe des Betrages des auf solche Glaswaaren gezahlten Rückzolls.

Zolleinnahme.

	Flintglas.	Spiegelglas.	Grünes Fensterglas.	Kronglas.	Bouteillen-Glas.	Deutsches Fensterglas.	Summe.
	L. s. d.	L. s. d.	L. s. d.	Lstr. s. d.	Lstr. s. d.	Lstr. s. d.	Lstr. s. d.
England .	76052. 1. .	6890.2.10.0.	1078.9.10.0.	533404. 6.7.	122617.10.2.	25511.17.0.	837277.14. 9.
Schottland	7350. 9. 4.	—	—	16423.11.6.	32246. 4.1.	—	56200. 4.11.
Irland. .	67.36.12.11.	—	—	—	3642. 0.3.	—	10378.13. 2.
Summe	90319. 3. 3.	6890.2.10.0.	1078.9.10.0.	549827.18.1.	158505.14.6.	25511.17.0.	903856.12.10.

Rückzoll bei der Ausfuhr.

	Flintglas	Spiegelglas.	Grünes Fensterglas.	Kronglas.	Bouteillen-Glas.	Deutsches Fensterglas.	Summe.
	Lstr. s. d.	Lstr. s. d.	Lstr. s. d.	Lstr. s. d.	Lstr. s. d.	Lstr. s. d.	Lstr. s. d.
England .	15597. 2.7.	39.3.17.9.	4. 10.0.	1689.2.10.2.	56770.10. 5.	2289.17.9	26813.8. 8.
Schottland	1726.15.5.	—	—	8626. 9.0.	14819. 8. 1.	32.15.6.	25205. 8. 0.
Irland .	107.14.8.	—	—	10. 9.1.	274.10. 5.	—	392.14. 2.
Summe	17431.12.8.	3983.17.9.	4. 10.0.	177529. 8.3.	71864. 8.11.	2322.13.3.	293736. 0.10.

Die Abgabe (Accise) in Großbritannien auf die verschiedenen Glassorten ist wie folgt:

	Lstr. ß. d.
Für Flintglas (fertige Ware)	0. 0. 2. pr. Pfd.
Englisches Spiegelglas, deutsches Fensterglas und Kronglas	3. 13. 6. pr. Ctr.
Grünes Fensterglas	1. 10. 0. „ „
Bouteillen	0. 7. 0. „ „
Spiegelglas (noch geschmolzen im Hafen) . .	3. 0. 0. „ „ *)

Die englischen Eingangszölle auf fremdes Glas sind folgende:

	Lstr. ßl. d.
Kronglas oder jede Art Fensterglas, welches jedoch nicht Spiegelglas oder so genanntes deutsches (d. h. gestrecktes) Tafelglas seyn darf, per Zentner	8. 6. 8
Deutsches Scheibenglas (gestrecktes od. Walzen-Glas) pr. Ztr.	10. 0. 0
Desgleichen nach dem Quadratmaße:	
Tafeln unter 9 □ Fuß enthaltend, für den □ Fuß . .	0. 6. 0
„ von 9 bis 14 □ Fuß . . „ „ „ . .	0. 8. 0
„ „ 14 „ 36 „ . . „ „ „ . .	0. 9. 6
„ „ mehr als 36 „ . . „ „ „ . .	0. 11. 0
Glaswaaren von jeder Benennung, so wie Glasscherben zum Einschmelzen, nach dem Werthe von jedem 100 Lstr.	20. 0. 0
und außerdem für jeden Zentner noch	4. 0. 0

In den deutschen Zollvereins-Staaten fand während der Jahre 1832 bis 1836 folgende Ein- und Ausfuhr von Glaswaaren Statt:

Einfuhr.	1832	1833	1834	1835	1836
Grünes Hohlglas, Zentner	4,463.	3,383.	1,216.	802.	705
Weißes ungeschliffenes Hohlglas und Tafelglas, Zentner	13,510.	12,500.	10,070.	9,271.	9,611

*) In Betreff der Erhebung dieser Abgaben bestehen höchst drückende Vorschriften und Kontrolle-Maßregeln, welche denen für die Brauerei und Branntweinbrennerei nichts nachgeben. M. s. hierüber: J. R. Mac Culloch, Handbuch für Kaufleute. Nach dem Engl. von C. F. E. Richter. Stuttgart und Tübingen, 1834, Bd. I. S. 720 fg.

Digitized by Google

Einfuhr.	1832	1833	1834	1835	1836
Geschliffenes Glas ꝛc. Ztr.	3,951.	3,440.	5,200.	5,336.	6,409
Gegossenes Spiegelglas, wovon das Stück nicht über 2 □ Fuß, Ztr.	204.	1,335.	61.	126.	306
Geblasenes, desgleichen, Ztr.	—.	—.	—.	—.	—
Gegossenes und geblasenes ohne Unterschied, wovon das Stück über 2 □ Fuß, Stück	12,696.	27,225.	233.	245.	239
Glaswaaren in Verbindung mit unedlen Metallen, Zentner	2,146.	2,178.	194.	223.	134

Ausfuhr.	1832	1833	1834	1835	1836
Grünes Hohlglas, Zentner	22,703.	26,964.	25,332.	19,892.	22,113
Weißes ungeschliffenes Hohlglas und Tafelglas, Zentner	11,035.	7,691.	17,535.	11,927.	14,058
Geschliffenes Glas ꝛc. Ztr.	438.	228.	2,005.	2,095.	1,334
Gegossenes Spiegelglas, wovon das Stück nicht über 2 □ Fuß, Ztr.	311.	560.	4,214.	6,807.	5,304
Geblasenes, desgleichen, Ztr.	—.	—.	—.	—.	—
Gegossenes und geblasenes ohne Unterschied, wovon das Stück über 2 □ Fuß, Stück	135.	205.	5.	28.	271
Glaswaaren in Verbindung mit unedlen Metallen, Zentner	316.	544.	6,184.	10,558.	12,171

Glasblasen s. Email (gegen das Ende).

Glaser (Glazier). Ein Handwerker, dessen Geschäft hauptsächlich darin besteht, das Fensterglas mittelst des Diamantes zuzuschneiden, und mit Kitt in die Fenster einzusetzen. Ueber die Hauptarbeit hiebei, nämlich das Zuschneiden des Glases, s. m. den Artikel Diamant.

Glasfabrikation. Nachdem in dem Artikel Glas die Eigenschaften des Glases sowohl, wie seine chemische Zusammensetzung erörtert sind, kann sich der gegenwärtige Abschnitt auf das rein Technische der Darstellung des Glases beschränken. Wenn nun gleich die Bestandtheile des fertigen Glases hauptsächlich Kieselerde, Natron oder Kali, Kalk und, bei den bleihaltigen Gläsern, Bleioxyd sind, so ist es doch für die Glasfabrikation keineswegs gleichgültig, welcher rohen Materialien man sich bedient, um die beabsichtigte Verbindung herzustellen.

Als Material für die Kieselerde dient fast allein Sand, da dieser fast überall in hinreichender Menge, und an vielen Orten auch von großer Reinheit mit geringen Kosten zu erlangen ist, und seiner feinkörnigen Beschaffenheit wegen sich, ohne künstliche Zerkleinerung, leicht mit den übrigen Materialien verbindet. Wo man Quarz (Kies) anwendet, muß derselbe auf das Feinste gepocht werden.

Besonders wichtig ist die Wahl der Materialien, die den Kali- oder Natrongehalt herzugeben bestimmt sind. Als kalihaltiges Material dient entweder rohe Holzasche, oder (theils gewöhnliche, theils gereinigte) Pottasche, für gewisse Zwecke auch wohl Salpeter, der beim Glühen seine Säure verliert und in reines Kali übergeht. Zu natronhaltigem

Digitized by Google

Glase wurde früher wohl nur Soda genommen, gegenwärtig nicht selten das viel wohlfeilere Glaubersalz, in Verbindung mit ungefähr 8 Procent Kohlenpulver. Beim Glühen von schwefelsaurem Natron mit Kohle nämlich entsteht zuerst schwefligsaures Natron, welches bei Gegenwart von Kieselerde zersetzt wird, so daß die schwefligte Säure entweicht, während das Natron mit der Kieselerde zusammentritt. Gegenwart von etwas Kalk scheint diese Zersetzung zu befördern, doch geht sie auch ganz ohne Kalk, bei hinlänglich starker Hitze, von Statten. So z. B. geben 88 Pf. Sand, 44 Pf. wasserfreies Glaubersalz und 3 Pf. Kohlenpulver innig gemischt und geschmolzen, ein klares, gut zu verarbeitendes Glas; setzt man jedoch 17 Pf. Kalk hinzu, so geht der Prozeß leichter und schneller von Statten. Nimmt man weniger als 8 Prozent Kohle, so wird die Schmelzung verzögert; ist dagegen die Menge der Kohle größer, so bekommt das Glas leicht einen unangenehmen Stich ins Braune.

Ein Paar zweckmäßige Mengenverhältnisse zur Darstellung von Glaubersalzglas sind folgende:

	1	2
Sand	100	60
Kalzinirtes Glaubersalz	50	26
Kalk	20	10,8
Kohle	2,65	2,1

Die erste dieser Mischungen ist in der Spiegelfabrik zu Neuhaus bei Wien versucht und hat sich als zweckmäßig bewährt; die zweite empfiehlt Kirn nach seinen Versuchen über Glasfabrikation. Zum Schmelzen der ersteren sind 18, zu dem der zweiten 21 Stunden erforderlich. Die so erhaltenen Gläser waren zwar im Uebrigen äußerst schön, nur spielten sie etwas ins Blaugrüne, und ließen sich nicht durch die gewöhnlichen glasentfärbenden Mittel, als Braunstein und Arsenik, verbessern. Diese grünliche Farbe scheint von etwas Schwefelnatrium herzurühren, welches mit der Kieselerde und etwas Thonerde zusammentritt, und so, wie im Ultramarin, eine blaue Farbe darstellt. Nimmt man jedoch Glaubersalz und Kohle in geringerer Menge, als in den angeführten Rezepten, so ist die grünlich blaue Färbung wenig zu bemerken.

Auch durch einen Zusatz von Bleiglanz (natürlichem Schwefelblei) statt der Kohle, soll ein brauchbares Krystallglas entstehen, was allerdings nicht unmöglich wäre. Das Schwefelblei würde, wie sonst die Kohle, das Glaubersalz zu schwefligsaurem Natron reduziren, während sich zugleich das Blei oxydirte und mit der Kieselerde und dem Natron zu Bleiglas vereinigte, der Schwefel des Bleiglanzes, aber als schweflichte Säure entweiche. Unter dieser Voraussetzung würde 1 Atom Bleiglanz = 1495,6 im Stande sein, 3 Atome schwefelsaures Natron = 2676,2 zu zersetzen.

Es ist übrigens durch genügende Versuche dargethan, daß die Kieselerde auch ganz ohne Mitwirkung von Kohle das Glaubersalz zu zersetzen, und sich mit dem Natron desselben zu einem ganz farblosen Glase zu verbinden vermag. Hieher gehört der folgende Satz, der nach 26½ Stunde lang fortgesetztem Schmelzen bei strenger Hitze ein gut geschmolzenes Glas liefert:

Quarzsand	100 Pf.
Kalzinirtes Glaubersalz . . .	24 „
Kalk	20 „
Sodaglasscherben	12 „

Einen kleinen Theil des Sandes gibt man erst gegen das Ende der Schmelzung hinzu, um das Entweichen der letzten Luftblasen zu befördern. Durch Braunstein und Arsenik läßt sich dieses Glas entfärben. Es scheint, daß bei dieser Zersetzung des Glaubersalzes ohne Kohle.

Digitized by Google

die Schwefelsäure zuerst an den Kalk tritt, der so gebildete Gyps aber im Verlaufe des Prozesses seine Säure wieder fahren läßt.

Eine chemische Analyse des nach der letzten Vorschrift fabrizirten Glases ergab

Kieselerde	79
Kalk	12
Natron	9,6

ohne die geringste Spur Schwefelsäure. Statt, wie bei der Anwendung von kohlensaurem Kali oder Natron, die gesammten Materialien zugleich in die Häfen zu bringen, ist es bei der Glasfabrikation aus Glaubersalz zweckmäßiger, zuerst das Glaubersalz mit der erforderlichen Menge Kohle und dem Kalk, aber nur dem vierten Theile des nöthigen Sandes einzusetzen, und bei mäßiger Hitze zu schmelzen, und erst später nach und nach unter beständigem Steigern der Hitze den übrigen Sand zuzugeben.

Auch Kochsalz soll, nach Kirn, mit Vortheil zur Glasfabrikation dienen können. Man soll nach ihm Pottasche, Kochsalz und Kalk in dem Gewichts-Verhältnisse von 4 : 2 : 3 als Flußmittel anwenden, während die Menge des Sandes nach den Umständen variren kann. Am angemessensten sollen folgende Sätze sein:

	1	2
Sand	60	75,1
Kalzinirte Pottasche	17,8	19,1
Kochsalz	8,9	9,5
Kalk	13,3	14,3

Nr. 1 soll nach 10stündigem Schmelzen ein sehr reines, festes, schönes Glas liefern; Nr. 2 dagegen 23 Stunden erfordern. Statt der Pottasche soll auch Glaubersalz dienen können, wo dann der Satz derselbe bleibt wie in Nr. 2 und nur noch 1,3 Kohle hinzu kommt.

Wir lassen es dahin gestellt sein, ob hiebei das Kochsalz oder vielmehr das darin enthaltene Natrium in der That als Natron in das Glas mit eingeht, und ob nicht vielleicht jener Satz auch mit Hinweglassung des Kochsalzes ein eben so gutes Glas liefern würde. — Den Kalk wendet man theils im rohen (kohlensauren) Zustande, am liebsten als Kreide, theils im gebrannten, und an der Luft zerfallenen Zustande an. Ein sehr brauchbares Material für die Glasfabrikation ist auch der kalkige Rückstand von der Bereitung der ätzenden Kali- und Natronlauge, der besonders von den Seifensiedern oft sehr billig zu beziehen ist. Dieser Rückstand besteht aus fein zertheiltem kohlensauren Kalk und Kalkhydrat, und enthält oft noch eine beträchtliche Menge Kali oder Natron.

Das Bleioxyd wird entweder als Bleiglätte oder, besser, als Mennige angewandt; es macht einen wesentlichen Bestandtheil der schwereren Glassorten aus, und vertritt zum Theil die Stelle des Kalkes. In den bleihaltigen Gläsern wendet man als Flußmittel gern Kali an, weil sie durch Natron leicht eine gelbliche Farbe annehmen.

Nähere Beschreibung der Glasfabrikation.

Venedig ist der Ort, an welchem zuerst die Glasfabrikation zu einer erheblichen Vervollkommnung gelangte, doch bemühten sich bald die Franzosen, ihm, besonders in der Spiegelfabrikation, den Rang abzulaufen, ja die französische Regierung interessirte sich in so hohem Grade für diesen schönen Industriezweig, daß sie ein Dekret erließ, wonach es nicht nur dem Adel gestattet sein sollte, sich, unbeschadet seiner Würde, mit der Glasfabrikation zu beschäftigen, sondern Personen vom Adel allein befugt waren, sich damit abzugeben. Seit den letzten 30 bis 40 Jahren hat aber auch in England die Glasfabrikation so großen Aufschwung genommen, daß es gegenwärtig vielleicht obenan stehen möchte.

Digitized by Google

Nach den verschiedenen Glassorten, deren Unterschied theils in der mehr oder weniger reinen Beschaffenheit, theils in der chemischen Verschiedenheit des Materials, theils auch in der verschiednen Behandlungsweise liegt, können wir den vorliegenden Artikel in 5 Abschnitte zertheilen.

I. Die rohseste und einfachste Art der Glasfabrikation ist die Herstellung der grünen Bouteillen.

II. Zunächst, hinsichtlich der Qualität des Glases, folgt das gewöhnliche Fenster- oder Tafelglas in seinen verschiedenen Abstufungen von mehr oder minderer Güte; wozu auch das gewöhnliche bleifreie Hohlglas gerechnet werden muß.

III. Das Kronglas oder englische Fensterglas.

IV. Das bleihaltige Krystall- und Flintglas.

V. Das Spiegelglas.

Das Schmelzen der Materialien geschieht bei allen Glassorten ohne Ausnahme in Tiegeln oder Häfen aus sehr reinem feuerfestem Thon. In England bedient man sich hiezu einer in der Steinkohlenformation bei Stourbridge vorkommenden schiefrigen Thonart, die fast ganz frei von Kalk und Eisen ist, und ungefähr zu gleichen Theilen aus Thonerde und Kieselerde besteht. Dieser Thon wird bergmännisch gewonnen, und in Klumpen in den Handel gebracht. Um Glashäfen daraus zu machen, werden diese Klumpen zuerst äußerlich durch Abschlagen und Abbürsten von etwa daran haftenden fremdartigen Körpern gereinigt, unter schweren eisernen Rädern zerdrückt und durch Siebe, die etwa 20 Oeffnungen auf den Quadratzoll haben, gesiebt. Man feuchtet nun dieses gröbliche Pulver mit (am besten heißem) Wasser an und knetet es mit den Füßen oder mittelst einer Thonmühle zu einer ganz gleichförmigen Masse von gehöriger Konsistenz. Da aller Thon durch längeres Liegen in feuchtem Zustande an Güte gewinnt, so ist es auch hier zu empfehlen, hinreichend große Quantitäten im Voraus zuzubereiten und in einem feuchten Keller längere Zeit liegen zu lassen, bevor man sie weiter verarbeitet. Sollen nun die Häfen angefertigt werden, so mischt man den Thon mit ungefähr dem vierten Theile seines Gewichts zerstoßner alter Häfen (Charmotte), wobei jedoch sehr darauf zu sehen ist, daß nichts von der verglaseten inneren und äußeren Oberfläche dieser alten Häfen mit zu der Masse kommt. Der Zusatz dieser Charmotte ist sehr wesentlich, indem er das Schwinden des Thones beim nachherigen Brennen vermindert, und ihm einen gewissen Grad von Porosität und Zähigkeit verleiht, so daß er dem Zerspringen viel weniger unterliegt, als dieß ohne einen solchen Zusatz der Fall sein würde. Man gibt diesen Glashäfen gewöhnlich die Gestalt eines abgestumpften Kegels, mit der kleineren Abstumpfungsfläche nach unten gekehrt. Die zu bleifreiem Glase bestimmten bleiben oben offen, weil diese Glassorten einen hohen Hitzgrad verlangen, der nur auf diese Weise erzielt werden kann, ohne die Häfen allzustark anzugreifen. Bleihaltiges Glas dagegen kann in offnen Häfen nicht geschmolzen werden, weil die kohligen Theile des Rauches einen Theil des Bleioxydes reduziren und so dem Glase eine graue oder fast schwarze Farbe ertheilen würden. In diesem Falle gibt man den Häfen eine gewölbte Kappe, an der einen, der Wand des Ofens zugekehrten Seite mit einer Mündung versehen, die zum Einbringen der Materialien, und nachher zum Eintauchen der Pfeife dient. Indem nämlich die Mündung des Hafens mit einem breiten horizontalen Rande oder Fortsatz versehen ist, der genau an den Rand des Arbeitsloches in dem Gewölbe des Ofens angepaßt wird, ist dem Rauche jeder Zutritt zu dem Inneren des Tiegels abgeschnitten. Die Größe der Häfen ist, wie sich leicht denken läßt, nicht überall gleich; gewöhnlich jedoch gibt man ihnen unten 30, oben 40 Zoll äußeren Durchmesser und 40 Zoll Höhe; die Wände sind 3 bis 4 Zoll, bei den Flintglas-Häfen, die des leichteren Durchwärmens wegen kleiner sind, nur 2 bis 3 Zoll dick.

Digitized by Google

Nachdem der Thon durch Kneten und Schlagen möglichst gleichmäßig durchgearbeitet ist, macht man zuerst auf einem Bret einen runden Kuchen, der den Boden des Hafens abgibt, und bildet nun die Seitenwände, indem man wurstförmig gerollte Thonzylinder auf den Rand des Kuchens auflegt, mit diesem verbindet, und mit dieser mühsamen Arbeit so lange fortfährt, bis der Hafen die verlangte Höhe hat. Es kommt hiebei sehr wesentlich darauf an, den Thon durch Drücken und Schlagen möglichst zu verdichten, und alle Luft auszutreiben. Das Trocknen muß äußerst langsam und gleichmäßig von Statten gehn; erst wenn der Hafen ganz lufttrocken ist, darf man ihn in den Trockenofen bringen, der mit dem Glasofen in Verbindung steht, und durch diesen mit geheizt wird. Ist er hier völlig ausgetrocknet, so kommt er in den Anwärmeofen, der ebenfalls mit dem Glasofen zusammenhängt, und wird hier sehr allmählig (innerhalb 4 bis 5 Tagen) zum Rothglühen gebracht. Nun erst kann man ihn in den Glasofen einsetzen, was mit größter Geschwindigkeit bewerkstelligt werden muß, damit er nicht während des Transportes abkühlt und reißt.

Man faßt zu diesem Ende den Hafen mit einer großen eisernen Zange, die an einer Kette von einem auf Rädern ruhenden drehbaren Krahn herabhängt, so daß man den gefaßten Hafen mit Leichtigkeit handhaben kann. Es ist dies Einsetzen der Häfen eine höchst beschwerliche und trostlose Arbeit, die nur durch Hülfe zweckmäßig eingerichteter mechanischer Vorrichtungen und durch große Gewandtheit der Arbeiter mit einiger Sicherheit zu bewirken, ohne diese aber das Kreuz der Glasfabrikanten ist. Der bekannte Chemiker, Dr. Irvine, zog sich seine letzte Krankheit dadurch zu, daß er dieser Arbeit zusah und sich dabei unvorsichtiger Weise der furchtbaren Hitze, die dabei Statt findet, aussetzte. Es muß hiebei in der Mauer des Ofens eine so große Oeffnung gemacht werden, daß der alte unbrauchbar gewordene Hafen herausgenommen, und der neue bequem eingesetzt werden kann. Es läßt sich kaum ein fürchterlicherer Anblick denken, als die Augen und von Schweiß triefenden und dampfenden Gesichter der Arbeiter, die mit ihren schwarz gebrannten, sengenden und rauchenden wollenen Kleidern so lange in der unmittelbaren Nähe des weißglühenden Ofenraumes und der nicht minder glühenden großen Häfen zu thun haben.

Als ein Schutzmittel der Arbeiter gegen die hiebei allerdings nur durch Strahlung wirkende Wärme schlägt Ure sackförmige, mit blanker Zinnfolie überzogene Anzüge und Masken vor.

Das Fabrikgebäude, die Glashütte, ist häufig in Gestalt eines Kegels von 60 bis 100 Fuß Höhe, und 50 bis 80 Fuß im untern Durchmesser erbaut. Der Glasofen befindet sich in der Mitte, über einem gewölbten Gange oder Kanale, der quer durch das ganze Gebäude läuft, und an beiden Seiten mit großen Flügelthüren verschlossen werden kann. Dieser Gang hat den doppelten Zweck, einmal, dem Feuer einen gleichmäßigeren Luftzug zuzuführen, und dann, den Arbeitern zu gestatten, unter den Rost des Ofens zu gelangen, um ihn, wenn er sich verstopft, frei machen, und so den Zug des Ofens reguliren zu können. In der Mitte dieses Gewölbes nämlich ist die Oeffnung, in welcher der Rost des Ofens liegt.

1. Fabrikation des grünen Bouteillenglases.

Das Gebäude und der Glasofen für grünes Glas sind im Wesentlichen eben so, wie wir sie demnächst beim Fensterglase sehen werden; der Ofen hat gewöhnlich eine länglich viereckige oder ovale Gestalt, und ist oben gewölbt. Daß er aus möglichst feuerfesten Steinen erbauet sein muß, bedarf kaum der Erwähnung. Der untere Raum besteht aus zwei Theilen, dem Rost, der in der Mitte der Ofensohle, über der vorhin erwähnten Oeffnung des Kanales liegt, und eine länglich viereckige Gestalt hat, und zweitens den Bänken, d. h. dem gemauerten Theile der

Digitized by Google

Ofensohle zu beiden Seiten des Rostes, auf welchem die Glashäfen stehen, und welcher 1 bis 2 Fuß höher liegt, als der Rost.

In den Seitenmauern des Ofens sind da, wo die Häfen ihre Plätze haben, und zwar etwas höher als ihre oberen Ränder, halb kreisförmige Löcher von ungefähr 1 Fuß Durchmesser, die Arbeitslöcher, durch welche der Arbeiter die Glasfritte in die Häfen schaufelt, und durch welche er das Glas beobachten und beim Abschäumen und Blasen mit seiner Pfeife und sonstigen Werkzeugen zu dem Glase kommen kann. An jeder der vier Ecken des Ofens ist eine ungefähr eben so große Oeffnung, die mit einem zylindrischen, oben gewölbten Kalzinirofen kommunizirt, so daß dieser, ohne einer besonderen Feuerung zu bedürfen, durch die Hitze des Schmelzofens mit geheizt wird. Zwei dieser vier Oefen dienen dazu, die rohen Materialien, bevor sie zur eigentlichen Schmelzung kommen, zu fritten, d. h. durch eine anhaltende mäßige Glühhitze eine vorläufige, mehr oberflächliche Verbindung der Materialien zu bewirken, ohne daß diese dabei eine vollständige Schmelzung erleiden.

In England bedient man sich zum grünen Bouteillenglase des gewöhnlichen Flußsandes und Aeschers, d. h. des Rückstandes von der Bereitung der Seifensiederlauge, weil durch eine gesetzliche Bestimmung bis vor Kurzem verboten war, gewöhnliche Bouteillen aus feinem Glase zu machen. Auf drei Theile Aescher (im feuchten Zustande gerechnet) wird ein Theil Sand genommen. Man fängt damit an, den Aescher zu kalziniren, wozu zwei der Kalzinirofen bestimmt sind, in denen die Masse 24 bis 30 Stunden lang, während der Zeit nämlich, die zu jedesmaligem Schmelzen und Verarbeiten der frisch besetzten Häfen erforderlich ist, unter bisweiligem Umrühren, in rothglühendem Zustande erhalten wird. Der so kalzinirte Aescher wird dann herausgenommen, pulverisirt, und mit der angemessenen Menge Sand gemengt, in die Frittöfen gebracht. Nach 10 bis 12 Stunden lang fortgesetztem Glühen ist die Masse fertig gefrittet. So wie nun bei der Arbeit ein Hafen leer wird, füllt man ihn mit noch glühender Fritte, die dann innerhalb 6 Stunden einzuschmelzen pflegt, worauf man nochmals Fritte nachträgt, die nach 4 Stunden gleichfalls geschmolzen ist. Sind solchergestalt sämmtliche Häfen gefüllt, so schürt man das Feuer so stark wie möglich an, und fährt damit fort, bis je nach der Größe der Häfen, der Güte des Brennmaterials und dem Zuge des Ofens, nach 12 bis 18 Stunden die Verglasung vollständig erfolgt ist.

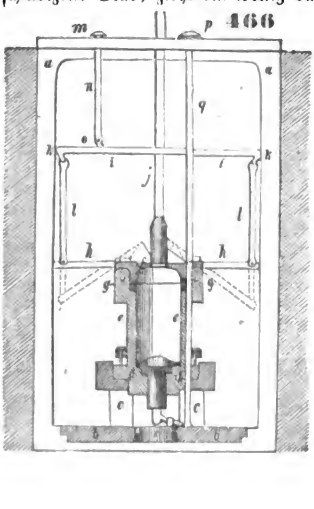
Bevor man nun aber zum Blasen schreiten kann, ist es nothwendig, das Glas, welches bei dem hohen Hitzgrade, der zu seiner Darstellung gehörte, viel zu dünnflüssig ist, als daß es sich beim Eintauchen der Pfeifen in hinlänglicher Menge an diese ansetzen würde, etwas abkühlen und zu der angemessenen zähen Konsistenz kommen zu lassen. Zu dem Ende wird der Zug des Ofens durch Schließen der Thüren des Zugkanals und der Arbeitslöcher gemindert, und der Ofen so eine Zeit lang sich selbst überlassen. Ist das Glas in dem erforderlichen Grade abgekühlt, so schreitet man zum Abschäumen. Es sammeln sich nämlich alle die Theile des rohen Materials, die der Verglasung nicht fähig sind, und besonders aus schwefelsauren Salzen bestehen, in Form einer schäumigen Masse auf der Oberfläche des Glases, und müssen sorgfältig mittelst einer Art Schaumkelle abgenommen, und so die Oberfläche des klaren Glases (oder Metalles, wie es die Glasmacher nennen) bloßgelegt werden.

Nunmehr gibt man wieder Brennmaterial auf den Rost, und fährt mit mäßigem Heizen so lange fort, bis die ganze Beschickung des Ofens zu Bouteillen verblasen ist.

Es kann hier nur in wenigen Worten eine Beschreibung von dem Blasen der Bouteillen gegeben werden, da eine ausführliche Beschreibung aller Manipulationen sehr schwierig und weitläufig, und dennoch

Digitized by Google

nicht im Stande sein würde, einen ganz klaren Begriff von dieser Arbeit zu geben, der nur durch Autopsie zu erlangen ist. Drei Leute arbeiten hiebei einander in die Hände. Der erste Arbeiter taucht das Ende einer eisernen, 5 Fuß langen Röhre, der Pfeife, die vorher an diesem Ende glühend gemacht ist, in das Metall, dreht sie darin einige Male herum, damit sich eine gewisse Menge von Glas ansetzt, zieht sie dann heraus, läßt sie ein wenig abkühlen, taucht sie abermals ein, kühlt wieder ab, und fährt damit fort, bis sich ein, zur Anfertigung einer Bouteille gerade hinreichender Klumpen von Glas angesetzt hat. Er reicht nun die Pfeife dem zweiten Arbeiter, dem Blaser zu, der zuerst den Glasklumpen auf einem flachen Steine oder einer gußeisernen Platte auf solche Weise hin und her rollt, daß er an das äußerste Ende der Pfeife gelangt, und dabei zugleich eine birnförmige Gestalt annimmt. Indem er nun die Pfeife vor den Mund setzt und mit Gewalt hinein bläst, treibt er das Glas zu einer eiförmigen Blase aus einander. Da das Glas hiebei so weit abkühlt, daß es sich nicht weiter verarbeiten lassen würde, so wärmt der Arbeiter es (indem er es unter fortwährendem Drehen eine Zeit lang in das Arbeitsloch hält, und so der Hitze des Glasofens aussetzt) wieder an, worauf er dann die so angewärmte Blase in die zweitheilige messingene oder eiserne (zuweilen auch thönerne) Form (Klappform) bringt, deren Hälften er durch einen Mechanismus mit einem Tritte, auf den er seinen Fuß setzt, zusammendrückt. Er bläst nun durch die vertikalgehaltene Pfeife das Glas auf, so daß es genau die innere Gestalt der Form annimmt. Sobald dies geschehen ist, nimmt er seinen Fuß von dem Tritte weg, wodurch die Formhälften, die durch Charniere mit einander zusammenhängen, auseinander schlagen, und reicht die Pfeife mit der daranhangenden Bouteille einem dritten Arbeiter zu, welcher sich nun damit beschäftigt, den Hals fertig zu machen. Dieser bringt nämlich mit einem eisernen Stabe einen Tropfen Wasser auf die Stelle, wo der Hals abgesprengt werden soll, und bewirkt durch einen kleinen Schlag an die Pfeife die vollständige Ablösung der Bouteille von derselben. Er heftet nun die Bouteille in der Mitte des Bodens an einen mit etwas weicher Glasmasse versehenen runden Eisenstab, so daß also das offene Ende des Halses von ihm abgekehrt ist; taucht ein eisernes Stäbchen in das geschmolzene Glas, zieht ein wenig davon heraus und bildet, indem er es an das Ende des Halses der Bouteille anlegt, einen dicken Glasfaden auszieht, und diesen um den Hals herum windet, den vorderen Wulst des Bouteillenhalses. Ist er hiemit fertig, so trennt er die Bouteille wieder durch einen angemessenen Schlag an den eisernen Stab von demselben ab, worauf sie sofort, bevor sie abkühlt, in den Kühlofen getragen wird, um dort langsam, in Zeit von wenigstens 24 Stunden, abzukühlen.



Der folgende Mechanismus zum Formen von Flaschen bildet den Gegenstand eines von Rickets in Bristol 1822 genommenen Patentes. Fig. 466 ist ein vertikaler Durchschnitt des Apparates, welcher in einem viereckigen (hölzernen oder eisernen), in einer Vertiefung des Fußbodens befestigten Gestelle a a angebracht ist. b b ist der Boden dieses Gestelles, mit einer Oeffnung

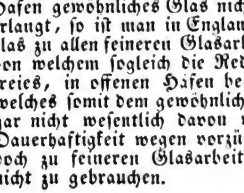
r in der Mitte; auf vier Füßen wie c, c steht die Flaschenform, welche aus dem Bodenstücke d d, den Seitenwänden e, e, und den zwei Obertheilen f besteht. Das Bodenstück d enthält eine Oeffnung, durch welche von unten ein Stempel eintritt, um den Boden der Flasche auszubilden. Die Obertheile f bewegen sich um Charniere g, und geben dem Flaschenhalse seine Gestalt. h, h sind Arme oder Hebel, um die Theile f zu erheben oder zu senken; i i eine horizontale Achse, welche mit ihren Enden in Lagern liegt, und von welcher zwei Hebelarme k, k ausgehen; l, l Verbindungsstangen zwischen k und h.

Durch das Gewicht der Arme k und der Stangen l werden die Obertheile f der Form geöffnet erhalten, wie die punktirten Linien angeben. Bei dieser Stellung wird mittelst der Glasmacher-Pfeife j wie gewöhnlich das halb aufgeblasene Glas ins Innere der Form gebracht. Der Arbeiter drückt dann mit dem einen Fuße auf den Knopf m, treibt dadurch die Stange n nieder, dreht mittelst derselben und des kurzen Hebelarmes o die Achse i i ein wenig um, und bewirkt so die Schließung der Form durch ihre Obertheile f. Das Glas wird nun sogleich aufgeblasen, daß es die Form ausfüllt; dann tritt der Arbeiter auf den Knopf p, wodurch mittelst der Stange q und deren Mechanismus der schon erwähnte Stempel gegen den Boden der Flasche geschlagen wird, um diesem die richtige Gestalt zu geben.

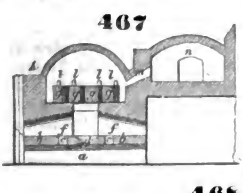
2. Tafel- oder Fenster- und gewöhnliches Hohlglas.

Das in Deutschland so allgemein gebräuchliche Fenster- und Hohlglas ist in England wenig bekannt, weil man dort fast allein auf Steinkohlenfeuerung beschränkt ist. Der starke Rauch nämlich, den die Steinkohlen entwickeln, macht es fast unmöglich, in offenen Häfen bei Steinkohlenfeuerung und aus gewöhnlichen, nicht chemisch reinen Materialien ein schönes farbloses Glas darzustellen, daher man sich für feinere Glassorten in England verschlossener Häfen bedient. Da aber in einem solchen Hafen gewöhnliches Glas nicht die zu seinem Gahrwerden nöthige Hitze erlangt, so ist man in England genöthigt, das weit leichtflüssigere Bleiglas zu allen feineren Glasarbeiten anzuwenden. Das englische Kronglas, von welchem sogleich die Rede sein wird, ist zwar allerdings ein bleifreies, in offenen Häfen bei Steinkohlenfeuerung dargestelltes Glas, welches somit dem gewöhnlichen weißen Glase ganz nahe steht, eigentlich gar nicht wesentlich davon verschieden ist, und sich seiner Härte und Dauerhaftigkeit wegen vorzüglich gut zu Fensterglas eignet; es ist jedoch zu feineren Glasarbeiten, seiner bläulich grünen Farbe wegen, nicht zu gebrauchen.

467



468



Von dem zur Darstellung von weißem Tafelglas dienenden Glasofen, wie er in Böhmen gebräuchlich ist, wo dieses Glas in so ausgezeichneter Güte und Menge fabrizirt wird, geben die Figuren 467 und 468 einen vertikalen und einen horizontalen Durchschnitt.

Dieser Ofen, abgesehen von dem Kühlofen n, besteht aus zwei Haupttheilen, dem oberen Arbeitsraume, in welchem die Häfen stehn, und dem unteren Feuerungsraume. Ganz zu unterst ist der horizontale Kanal a, der als Aschenfall dient, durch dessen Gewölbe die Löcher c c hindurchgehn, durch welche die Luft dem über diesen Löchern brennenden Feuer zuströmt; b, b und d stellen den Durchschnitt der gewölbten Decke dieses Aschenfalles dar. Der zwischen den Zuglöchern liegende Theil d

Digitized by Google

hat oben eine Vertiefung, in welcher das geschmolzene Glas, das sich auf der Sohle der Glasöfen immer in mehr oder weniger großer Menge ansammelt, zusammenfließen kann. Ueber dem Aschenfall liegt das Schürgewölbe f f, welches zum Aufwerfen des Holzes auf den mittleren Raum und über die Zuglöcher dient; und während der Ofen im Gange ist, bis auf die kurzen zum Aufwerfen des Holzes nothigen Augenblicke, an beiden Seiten verschlossen bleibt, so daß die Luft nur durch die Löcher e e zuströmt. In dem Scheitel des Schürgewolbes ist eine länglich viereckige Oeffnung, durch welche die Flamme in den Schmelzraum hinauf schlägt, in welchem die Häfen g, g, g zu beiden Seiten dieser Oeffnung, dicht neben einander stehen.

Der Schmelzraum wird zu unterst durch die Umfassungs- oder Brustmauer h eingeschlossen, über welche das Gewölbe des Ofens gespannt ist. In der Nähe der Häfen sind die Arbeitslocher l, nach außen, wie Figur 468 zeigt, stark erweitert, und von verschiedener Größe, je nachdem größere oder kleinere Sachen bei ihnen gearbeitet werden sollen; i ist eine größere Oeffnung zum Einsetzen der Häfen, die, während der Ofen im Gange ist, vermauert bleibt.

Die Form und Größe des Kühlofens n ergibt sich aus der Figur; durch den Fuchs m strömt die heiße Luft in denselben, um ihn zu heizen. An den Kühlofen ist gewöhnlich noch ein Trockenofen angebaut, der auf solche Weise auch noch mit geheizt wird. Der Temperofen, zum Anwärmen oder Tempern der Häfen, so auch der Frittofen, stehen zuweilen mit dem Schmelzofen in Verbindung, sind aber auch oft davon getrennt, und haben dann eine besondere Feuerung. Solche abgesonderte Fritt- und Temperöfen bekommen gewöhnlich die Einrichtung langer Reverberiröfen, wie sie unter Andern im Artikel Kupfer beschrieben sind.

Das Kühlen geschieht in England gewöhnlich auf die Weise, daß man die frischgeblasenen Sachen auf flache Kasten von Eisenblech stellt, die an einander gehakt und allmälig von dem heißern Theil des Kühlofens nach dem kälteren gezogen werden, so daß man hier die fertig gekühlten Glaswaaren herausnimmt, während an der andern Seite immer frische Kasten angehängt, und mit Gläsern gefüllt werden.

Als Materialien zum Tafelglase dienen weißer Sand, Pottasche oder raffinirte Soda, zerfallener Kalk und eine sehr kleine Menge Braunstein, denen man mehr oder weniger Glasscherben zusetzt. Außer diesen Hauptmaterialien werden aber auch häufig noch andere Substanzen zugesetzt, die zum Theil einen bestimmten Zweck erfüllen, zum Theil aber auch ganz nutzlos sein mögen; solche Zusätze sind: Salpeter, Borax, weißer Arsenik, Mennige, Kobaltoxyd u. a. Fast jede Glashütte hat ihren eigenen Glassatz, und es würde ein unnützes Beginnen sein, hier ein Verzeichniß solcher verschiedener Glassätze zu geben. Wir werden uns daher darauf beschränken, ein Paar anerkannt gute Rezepte als Beispiele herzusetzen. Dergleichen sind: 100 Gewichtstheile Sand, 65 gute Pottasche, 6 zerfallener Kalk, 50 Glasscherben, 0,3 Braunstein, für Kaliglas.

100 Sand, 80 Soda, 8 Kreide, 100 Glasscherben, 0,2 Braunstein, 0,1 Kobaltoxyd, für Natronglas.

Man hielt es früher für unerläßlich, die rohen Materialien, bevor sie in die Häfen gebracht wurden, zu fritten; in neuerer Zeit ist man jedoch dahin gekommen, durch angemessene Behandlung der Materialien den mühsamen, umständlichen und zeitraubenden Frittprozeß zu umgehen.

Die Waaren, die man aus dem gewöhnlichen weißen Glase anfertigt, lassen sich füglich in zwei Abtheilungen bringen: Tafelglas (nämlich Fensterglas und geblasenes Spiegelglas) und Hohlglas.

a) Tafelglas. Es kann auf den ersten Blick schwierig, ja fast unmöglich erscheinen, durch Blasen, wodurch doch immer hohle, mehr oder weniger kugelförmige Gestalten entstehen, geradflächige Tafeln zu erzeugen. Dennoch wird diese Aufgabe auf eine eben so leichte, wie sichere

Digitized by Google

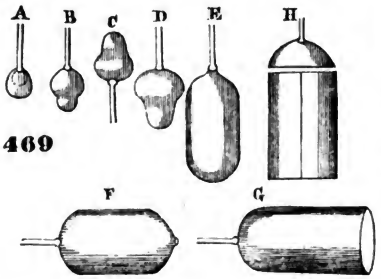
Art gelöst. Das Verfahren ist folgendes: Der Arbeiter schöpft auf die gewöhnliche Weise mit dem Ende seiner Pfeife eine, für eine große Glastafel hinreichende Menge Glas, bringt den Klumpen durch Rollen auf einer gußeisernen oder feuchten hölzernen Platte, dem Marbel (ohne Zweifel so genannt, weil man ehemals eine Marmorplatte gebrauchte), ganz an das Ende der Pfeife, und erzeugt nun durch kräftiges Hineinblasen eine kleine Höhlung in demselben, die er durch fortwährendes Blasen allmählig erweitert, wobei der Klumpen eine mehr birnförmige Gestalt annimmt. Durch abwechselndes Blasen und Drehen in einem zylindrisch ausgehölten nassen Holze und gleichzeitiges Streichen mit einem nassen Stück Holz wird die birnförmige Blase allmählig erweitert, und in regelmäßiger Rundung erhalten. Der Arbeiter weiß nun den oberen, der Pfeife zunächst sitzenden Theil vorzugsweise aufzutreiben, so daß mehr die Gestalt einer Eichel herauskommt, er bringt dann die Pfeife in die vertikale Lage, die eichelförmige Glasblase aufwärts gekehrt, damit sich diese durch ihr eigenes Gewicht senkt und die untere, der Pfeife zugekehrte Wölbung mehr abgeplattet wird; wärmt die Blase in dem Arbeitsloche wieder an, und beginnt nun ein starkes pendelartiges Hin- und Herschwenken, unter häufigem Einblasen. Damit bei diesem Schwenken die Blase nicht den Boden berühre, steht der Arbeiter bei dieser schwierigen Operation an dem Rande einer grabenartigen Vertiefung, welche das freie Hin- und Herschwenken der durch Zentrifugalkraft und gleichzeitiges Einpressen von Luft sich mehr und mehr verlängernden weiten zylindrischen Blase möglich macht. Welche außerordentliche Uebung erforderlich sein müsse, eine, an der schweren, fünf Fuß langen eisernen Pfeife hängende, glühend weiche, wohl zwei Fuß lange, und wenigstens einen Fuß im Durchmesser haltende Glasblase auf und ab zu schwenken, dabei das Mundstück der Pfeife fast beständig im Munde zu behalten, und mit voller Lunge hineinzublasen, und dieß mit solcher Genauigkeit zu verrichten, daß die Blase eine fast genau zylindrische Gestalt annimmt, weiß nur der zu beurtheilen, der dieser merkwürdigen Arbeit zugesehen hat.

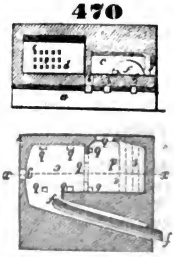
Die Blase hat nach dieser Opperation die Form eines an beiden Seiten kugelförmig abgerundeten Zylinders. Es kommt nun darauf an, sie an der untern Seite zu öffnen, und die Oeffnung so zu erweitern, daß eine zylindrische Glocke entsteht. Zu diesem Ende bringt der Arbeiter mittelst eines in geschmolzenes Glas eingetauchten eisernen Werkzeuges ein Klümpchen weiches Glas auf die Mitte der unteren Wölbung, verdichtet durch gewaltsames Einblasen die Luft in der Blase, verschließt das Mundstück der Pfeife mit dem Finger, und hält so den Boden der Blase vor das Arbeitsloch. Durch die hier einwirkende Gluth, in Verein mit der, durch das Aufbringen des geschmolzenen Glasklümpchens hervorgebrachten Hitze, erweicht sich das Glas an dieser Stelle, und die eingeschlossene verdichtete Luft bahnt sich mit einem schwachen Knall eine Oeffnung in der Mitte des Bodens. Diese Oeffnung wird nun durch das Einbringen der Glasscheere, und beständiges Drehen des Zylinders, mehr und mehr erweitert, bis endlich die verlangte zylindrisch glockenförmige Gestalt erreicht ist. Die soweit fertige Glocke wird nun mit einem angehaltenen kalten Eisen von der Pfeife abgesprengt und in einem hohlen Zylinder von Eisenblech auf kurze Zeit in einen Kühlofen gebracht, nach dem Abkühlen herausgenommen und durch Absprengen der oberen Wölbung in einen offenen Zylinder verwandelt. Dieses Absprengen bewirkt man dadurch, daß man ein glühendes Eisen um die Glocke herumführt, und ein Tröpfchen Wasser mit dem Finger auftupft, wodurch sofort ein Sprung entsteht, der den ganzen Boden ablost. Der so gebildete offene Zylinder wird nun noch durch dasselbe Mittel in der Richtung seiner Achse aufgesprengt, und kommt dann in den Streckofen, wo er horizontal auf einer flachen Unterlage (den Sprung nach oben gekehrt) hingelegt, und bis zum schwachen Weichwerden des Glases er-

Digitized by Google

bitzt wird, welches sich nun, theils durch sein eignes Gewicht, theils durch Nachhülfe mit angemessenen Werkzeugen, zu beiden Seiten herabsenkt, und zu einer flachen Tafel ausbreitet. Fig. 469 zeigt nach der Reihenfolge der Buchstaben die Aufeinanderfolge der verschiedenen Formen, die das Glas bis zur Vollendung des Zylinders H annimmt.

Die Einrichtung des Streck- und Kühlofens ist in Fig. 470. im Grundriß





und vertikalen Durchschnitt nach der Linie x x dargestelt. c ist der Streck-, d der Kühlofen. Beide bilden niedrige, unten mit einer flachen horizontalen Sohle versehene Räume, welche dadurch geheizt werden, daß aus dem darunter befindlichen Feuerraum a die Flammen durch Löcher b b hineinschlagen. Der Streckofen muß sich in mäßig rothglühendem Zustande befinden, der Kühlofen natürlich weniger stark erhitzt sein, so daß das Glas beim Kühlen, wobei es an eiserne Stangen schräg angelehnt wird, seine in dem Streckofen bewirkte flache Gestalt nicht weiter ändert. e e sind diese Stangen zum Anlehnen der Glastafeln. g ist eine Oeffnung in dem Streckofen, um die Zylinder beobachten, und nöthigenfalls das flache Ausbreiten des Glases durch Drücken und Streichen mit einer hölzernen Stange, welche vorn mit einem Querholze versehen ist, befördern zu können. Um hiebei dem Glase eine ganz geradflächige Unterlage zu geben, ist gewöhnlich eine Kupferplatte, zuweilen auch eine Tafel Spiegelglas auf der Sohle des Ofens befestigt*) h ist eine Oeffnung, durch welche man das Aufrichten der Tafeln an die Eisenstangen e e bewirkt, und die fertig gekühlten Tafeln aus dem Ofen nimmt. f endlich ist der Kanal, durch welchen man die Glaszylinder allmählig, so daß sie nicht zu plötzlich glühend werden, in den Ofen einschiebt.

In England war diese Art der Anfertigung von Tafelglas früher wenig gebräuchlich, und wurde so unvollkommen bewerkstelligt, daß solches Fensterglas eine ganz wellige und runzlige Oberfläche hatte. In der neuesten Zeit aber ist von den Herren Chance et Hartley eine Fabrik von gestrecktem Tafelglase in West Bromwich bei Birmingham angelegt,

*) Zur Vermeidung der Ritze, welche die Glastafeln während des Streckens durch feinen Sand, Asche oder andere Unreinigkeiten, die sich auf der Sohle des Streckofens (selbst wenn in selber Kupfer- oder Glasplatten befestigt sind) befinden, zuweilen erhalten, hat man in böhmischen Glasfabriken mit sehr gutem Erfolge einen einfachen und sinnreichen Apparat konstruirt, wo auf eine ungemein leicht im Streckofen aus und ein zu schiebenden polirte Eisenplatte der aufgesprengte Zylinder gelegt, in den Ofen geschoben und gestreckt wird. Die Platte kann vor jedesmaligem Einschieben von Allem, was die Glastafel verunreinigen würde, befreit werden. Anm der Beary.

Digitized by Google

die dieses Produkt in ausgezeichneter Güte liefert. Das Glas selbst aber wird hier ganz nach Art des Kronglases dargestellt, wovon weiter unten die Rede sein wird.

b) Hohlglas. Bei der Verfertigung der Hohlglaswaaren kommt es, wie man leicht einsieht, wesentlich darauf an, die an die Pfeife genommene Glasmasse zur gehörigen Größe aufzublasen, und diesem hohlen Glaskörper durch angemessene Behandlung jene Gestalt zu geben, welche das Gefäß erhalten soll. Dabei ist es, weil die Bearbeitung einige Zeit dauert, durchaus nöthig, das Glas wiederholt in dem Arbeitsloche des Schmelzofens anzuwärmen, damit es stets rothglühend bleibt und den gehörigen Grad von Weichheit und Bildsamkeit behält. Die Ausbildung der Gefäße geschieht theils durch reine Handarbeit mittelst einfacher eiserner (und zum Theile holzerner) Werkzeuge, theils durch Anwendung von Formen, worin man den hohlen Glaskörper aufbläst, so daß er deren Gestalt anzunehmen genöthigt ist. Letzteres findet namentlich Statt: a) wenn die Gestalt der Gefäße eine solche ist, daß sie durch Handarbeit schwer oder gar nicht hervorzubringen wäre; b) wenn die äußere Oberfläche mit erhabenen Verzierungen (z. B. Rippen, Streifen, Aufschriften ꝛc. versehen sein muß; c) wenn Gefäße von einfacher Gestalt (wie Flaschen) von genau vorgeschriebener gleicher Größe und übereinstimmenden regelmäßigen Dimensionen angefertigt werden müssen.

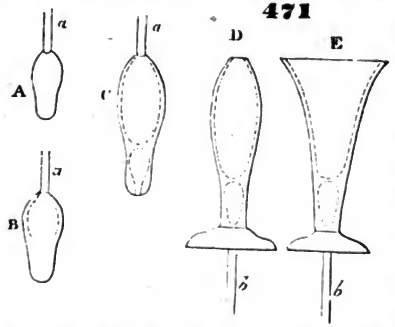
Es würde zu weit führen, hier auf das Einzelne der Verfahrungsarten tief einzugehen; doch sollen ein Paar Beispiele kurz beschrieben werden, nach welchen man sich einen Begriff von den meisten übrigen Fällen machen kann. Es ist dabei zu bemerken, daß gewöhnlich drei Personen zusammen arbeiten, nämlich der Anfänger, welcher das Glas mit der Pfeife (S. 872) aus dem Schmelzofen nimmt, und es aufbläst; der Fertigmacher, welcher das halbfertige Stück übernimmt, um es zu vollenden, und ein Hüttenjunge, welcher die Waare nach dem Kühlofen trägt. Uebrigens sind in verschiedenen Gegenden die Verfahrungsarten in manchen Punkten etwas von einander abweichend, wie auch Mehreres dabei dem Gutdünken und der persönlichen Einsicht des Arbeiters stets überlassen bleiben muß. Das einfachste Stück ist ein zylindrisches Trinkglas (Becherglas) mit flachem Boden und ohne Verzierungen. Um ein solches zu verfertigen, nimmt der Anfänger mit der Pfeife eine gehörige Menge Glas aus dem Hafen; bläst dasselbe zu einem hohlen birnförmigen Körper auf; macht diesen durch Rollen auf dem Marbel (S. 875) zylindrisch, und gibt dem Boden, durch Aufdrücken auf den Marbel (wobei die Pfeife eine senkrechte Stellung hat) die flache Gestalt. Die weitere Bearbeitung, welche in der Ausbildung der Seitenwand und besonders der Mündung besteht, und von dem Fertigmacher vorgenommen wird, kann nicht Statt finden, so lange das Glas an der Pfeife sitzt. Man sprengt daher dasselbe, nachdem es in dem Mittelpunkte seines Bodens an das mit etwas weicher Glasmasse versehene Ende des Hefteisens (eines 5 Fuß langen runden Eisenstabes) angeklebt wurden ist, von der Pfeife ab; legt das Hefteisen horizontal auf zwei dazu bestimmte Arme des Glasmacherstuhls, so daß der, auf dem Stuhle sitzende Arbeiter das Eisen quer vor dem Leibe hat, gibt dem Glase durch Rollen des Hefteisens eine drehende Bewegung, und treibt die Mündung zur gehörigen Weite auf, wobei zugleich die zylindrische Seitenwand völlig gerade gemacht und dem Rande die allenfalls gewünschte Ausschweifung gegeben wird. Man bedient sich hierbei der Auftreibscheere, die von Eisen gemacht und einer Schafscheere ähnlich, aber mit schmalen und nicht schneidigen Blättern versehen ist. Diese Blätter werden, während die Scheere mit der Hand zusammengedrückt und durch Nachlassen des Druckes allmälig geöffnet wird, in die Oeffnung des Glases eingeführt, welches in steter Umdrehung begriffen ist. Um zuletzt dem Glase die Politur zu geben, dient eine ähnliche, aber statt der Blätter mit zylindrischen Holzstäbchen ver-

Digitized by Google

sehene Auftreibscheere, die auf eine, der Gestalt des Glases angemessene, nicht leicht in Kürze zu beschreibende Weise angehalten und bewegt wird. Soll der Boden des Trinkglases mit Rippen oder dgl. verziert werden, so geschieht das Aufblasen desselben in einer hölzernen, eisernen oder messingenen Form von entsprechender Gestalt. Will man dem Glase einen Henkel geben, so wird dieser mit Hülfe einer Zange u. s. w. aus der weichen Glasmasse gebildet und angesetzt.

Eine Flasche gibt ein anderes, nicht ganz so einfaches Beispiel. Man sehe darüber das schon oben Vorgekommene.

Manche Gegenstände müssen aus zwei oder mehreren Theilen zusammengesetzt werden. Dahin gehören die Stiel- oder Fußgläser. Die verschiedenen Gestalten, welche ein solches Glas von einfachster Art der Reihe nach durchläuft, ergeben sich aus Fig. 471, wo sie mit A, B, C, D, E bezeichnet sind. In A sieht man den an auf die Pfeife a genommenen, noch durchaus massiven Glasklumpen, der in B schon etwas aufgeblasen und etwa zur Hälfte eiförmig hohl ist. C zeigt, wie durch fortgesetztes Blasen diese Höhlung verlängert, und außerdem der vorher noch massive, zum Stiele des Glases bestimmte Theil gleichfalls hohl gemacht ist.



Diese Aushöhlung des Stieles ist unwesentlich, wird aber sehr gewöhnlich angebracht, und auf eine sehr interessante Art erzeugt. Man sticht nämlich mit einem spitzigen Eisen, welches die Gestalt einer Ahle hat, ein ziemlich tiefes Loch mitten in den massiven Glasklumpen, nach dessen Achseurichtung, und schiebt nachher sogleich einen grünen holzigen Baumzweig in dieses Loch, welches dadurch ausgefüllt wird. Die Feuchtigkeit des Holzes verwandelt sich in Dampf, und bläht das Glas so auf, daß eine ungefähr birnförmige Höhlung entsteht. In D ist der Körper des Glases noch stärker als bisher aufgeblasen; zugleich sieht man hier schon die als ein besonderes Stück angesetzte Glasmasse, welche den Fuß bildet, zu ihrer Gestalt ausgearbeitet. Die nächste Arbeit ist nun, das Glas an das Hefteisen b zu befestigen, dagegen es von der Pfeife abzusprengen, und schließlich mittelst der Auftreibscheere den Körper zur Kelchform zu erweitern, wie E darstellt.

Glasröhren (zu Thermometern, Barometern, chemischen und physikalischen Apparaten ꝛc.) werden auf die Weise erzeugt, daß man eine Glasmasse an der Pfeife durch Blasen und Rollen zu einem hohlen Zylinder bildet; an das der Pfeife entgegengesetzte Ende eine zweite mittelst einer kleinen Menge weichen Glases anheftet, und endlich den Zylinder in die Länge zieht, zu welchem Behufe zwei Arbeiter, welche die Pfeifen halten, mit raschen Schritten sich von einander, auf 60 bis 100 und mehr Fuß, entfernen.

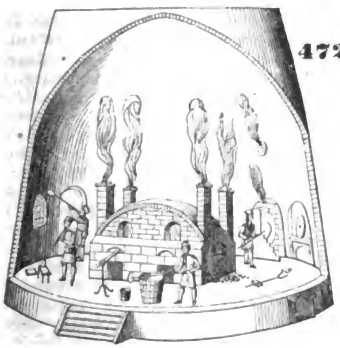
Hohlglaswaaren mit Reliefverzierungen durch Blasen in Formen zu erzeugen, ist im Allgemeinen ein schon lange bekanntes und ausgeübtes Verfahren; aber es war der neuesten Zeit vorbehalten, hierin den höchsten Grad von Vollkommenheit zu erreichen, wodurch äußerst geschmackvolle und reiche Arbeit jetzt dargestellt wird, namentlich in französischen Fabriken. Die Formen werden meist aus Messing gemacht, kunstvoll mit Arabesken u. dgl. gravirt, und bestehen aus zwei oder mehreren Theilen.

Digitized by Google

Gegenstände mit tiefer Höhlung und enger Mündung werden in diesen Formen mittelst der Glasmacher-Pfeife aufgeblasen; breitere, teller- und schalenartige Gefäße pflegt man mehrentheils zu gießen oder zu pressen, indem man die nöthige Menge flüssiger Glasmasse in die Form bringt, und letztere dann schnell zusammendrückt, wobei das überflüssige Glas durch eine Oeffnung heraustritt. Eben so verfährt man mit massiven Stücken (z. B. Messerböcken, Flaschenstöpseln, u. dgl.) Alle solche in Formen gefertige Waare kommt unter dem Namen gepreßtes Glas vor, wenn sie auch durch Blasen erzeugt ist. Gepreßte Verzierungen übertreffen sehr häufig die geschliffenen an kunstvoller Zeichnung, und sind sehr viel wohlfeiler als jene; es fehlt ihnen aber die Schärfe der Kanten und Ecken, so wie die spiegelglatte feinglänzende Oberfläche, welche der geschliffenen Arbeit eigen, und dem Ansehen derselben so vortheilhaft ist*).

3. Kronglas (Crown-glass).

Das englische Kronglas ist meistentheils Natronglas, und wird aus weißem Sand, Kelp, oder gegenwärtig gewöhnlich raffinirter Soda, und etwas Kalk angefertigt, welche, bevor sie in den Schmelzofen kommen, erst gefrittet werden. Fig. 472 stellt eine Glashütte für Kronglas nebst ihrem Ofen vor, und zeigt zugleich in der einen (linken) Hälfte das Blasen, in der anderen das Ausflächen der Scheiben. Der Glasofen selbst ist gewöhnlich von der Größe, daß er 4 oder 6 Häfen aufnehmen, und bei einmaliger Arbeit über 2000 Pfd. Glas liefern kann. Außer dem Glasofen sind noch mehrere Nebenöfen erforderlich, nämlich 1) ein Flamm- oder Reverberirofen (calcar) zum Kalziniren und Fritten der Materialien; 2) ein Blasofen, um die bei den Arbeitslöchern des Glasofens angefertigten birnförmigen Anfänge zu großen melonenförmigen Blasen aufzutreiben; 3) der Anslaufofen,



472

mit einer sehr großen Oeffnung, um bei dem Ausflächen der Blasen zu großen Glastafeln diese davor anwärmen zu können; 4) der Kühlofen; 5) ein Flammofen, um die Häfen anzuwärmen oder zu tempern.

Die Materialien, Sand, Soda und Kalk, werden in hölzernen Kästen mit einer Schaufel gemischt, und auf den Heerd des Kalzinirofens,

*) Diese Fehler, zu welchen sich ein noch anderer, nämlich die leichte Zerbrechlichkeit, besonders des mit fein gerauteten Mustern auf der Außenseite verzierten gepreßten Glases gesellte, werden jetzt vermieden, seitdem man in jüngster Zeit (zuerst in Frankreich) anfing, statt der rautenartig gravirten Formen, welche den sogenannten Brillantschliff nachahmen sollten, mehr solche anzuwenden, wodurch die Außenseiten der Gläser gestreifte, mehr oder minder breite, glatte Flächen erhalten, diejenige Gattung des Schliffes nachahmend, welche man geschält nennt. Bei dieser Verfahrungsart kommen die Gläser meist schon aus der Form mit spiegelglatter glänzender Oberfläche, und in den seltenen Fällen, wo dieß nicht ist, wird auf der Schleifscheibe, oft auch bloß auf der Polirscheibe, mit sehr geringem Zeitaufwande, leicht nachgeholfen. Gepreßte Gläser dieser Art besitzen das irisirende Lichtspaltungsvermögen in hohem Grade.
Anm. der Bearb.

Digitized by Google

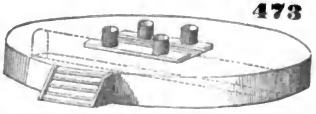
eines großen Flammofens, ungefähr von der Einrichtung, wie man ihn in dem Artikel Kupfer beschrieben und abgebildet findet, geworfen. Auf diesem großen, wohl 6 Fuß im Quadrat haltenden, 2 Fuß hohen Heerde wird nun die Masse mit eisernen Haken, Schaufeln und Harken durchgearbeitet. Die Masse nimmt hiebei bald eine teigartige Beschaffenheit an, indem die Materialien eine oberflächliche Verbindung eingeben, und entwickelt unter Aufblähen Kohlensäure, was der Arbeiter durch geschicktes Rühren zu befördern suchen muß. Nach Verlauf von 3 Stunden schürt man das Feuer stärker an, um die Masse dünnflüssiger zu machen und die Einwirkung der Soda auf die Sandkörnchen zu befördern, so daß am Ende der vierten Stunde die Frittung beendigt zu sein pflegt.

Man schaufelt oder harkt nun die fertige Fritte in flache gußeiserne Kästen, drückt sie darin zusammen, und zertheilt sie, bevor sie erhärtet, mit einem Spaten in viereckige Klumpen oder Ziegel. Nach dem Erkalten bringt man diese Ziegel in einen Vorrathsraum, worin sie zum Verbrauche aufbewahrt werden. Die Glasfabrikanten behaupten, daß die Fritte durch langes Aufbewahren sich verbessere, indem durch Auswittern ein Theil der fremden Salze beseitigt werde.

Beim Glasmachen nun füllt man die Häfen mit Fritteziegeln, und schürt das Feuer so stark wie möglich an; öffnet dabei alle Thüren des unteren Luftkanals, und schließt alle Thüren und Fenster der Glashütte um einen möglichst lebhaften Zug zu bewirken. Nach 10 bis 12stündigem starkem Feuern ist die erste Ladung Fritte gewöhnlich eingeschmolzen, so daß man eine zweite Portion nachfüllen kann, womit man so lange fortfährt, bis die Häfen ziemlich gefüllt sind. Nach 16 Stunden vom ersten Besetzen der Häfen an gerechnet, pflegt das Glas gar zu sein, dessen Oberfläche jedoch noch mit einer bedeutenden Menge, wohl an 100 Pfd., sogenannter Glasgalle bedeckt ist, die aus den fremdartigen Salzen, besonders Kochsalz und etwas schwefelsaurem Natron besteht, welche nicht in die glasige Verbindung eintreten konnten, und ihres geringeren spezifischen Gewichtes wegen sich auf die Oberfläche begeben mußten. Man schöpft sie mit langen eisernen Schaumkellen sehr sorgfältig ab und gibt sie zum Abkühlen in eiserne Töpfe. Nunmehr bringt man die Glasscherben, auf jeden Hafen 2 bis 3 Centner, allmählig und mit kleinen Unterbrechungen ein, und schöpft die Glasgalle, die sich hiebei noch wieder auf der Oberfläche anzusammeln pflegt, sorgfältig ab. Man feuert dann noch einige Stunden lang fort, bis man bemerkt, daß das Kochen, d. h. das Aufsteigen von Gasblasen, fast ganz aufgehört hat; worauf man die Gluth durch Verschließen der Thüren des Zugkanals etwas mäßigt, und den Ofen sich selbst überläßt. Nach Verlauf von 40 Stunden, vom Anfange an gerechnet, ist das Glas fertig; man schürt das Feuer wieder stärker an, öffnet die Zugthüren, schäumt nochmals sorgfältig ab, und beginnt nun das Blasen.

Zur vorläufigen näheren Erläuterung der Fig. 472 mag noch die Fig. 473 dienen, welche die Sohle der Glashütte mit dem quer hindurch laufenden Zugkanal, dem in der Mitte befindlichen Roste, und den zu beiden Seiten desselben, auf den Bänken stehenden Glashäfen darstellt.

473



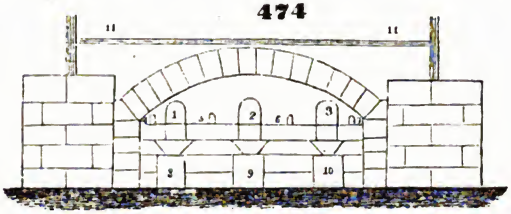
Nähere Beschreibung eines Kronglasofens.

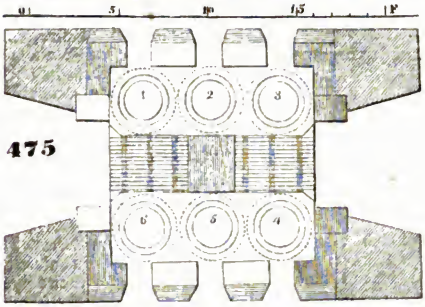
Fig. 474 ist die vordere Ansicht, Fig. 475 der Grundriß desselben. Die äußere Gestalt des Ofens ist die eines Parallelogramms; der innere Schmelzraum bildet ein Quadrat. In der Mitte des letztern liegt der Rost, der entweder, wie in der Figur, aus zwei einzelnen durch eine gemauerte Fläche getrennten Rosten besteht, oder auch wohl

Digitized by Google

ohne eine solche Unterbrechung ganz durch den Ofen hindurch geht. Zu beiden Seiten des Rostes stehen die Glashäfen 1, 2, 3, 4, 5, 6, auf den gemauerten Bänken. In den Brustmauern sind die Arbeitslöcher 1, 2, 3 (Fig. 474) und die Pfeifenlöcher 4, 5, 6, 7, die zum

474





475

Glühendmachen der Pfeifen dienen. Die Oeffnungen 8, 9, 10, dienen dazu, nöthigenfalls zu den Bänken und Häfen gelangen zu können, wenn etwas zu ordnen oder auszubessern sein sollte; sie sind natürlich, während der Ofen im Gange ist, vermauert. Das Ofengewölbe, die Kappe, ist gewöhnlich elliptisch, zuweilen jedoch auch tonnenförmig, d. h. in Gestalt einer halben, in der Richtung ihrer Achse durchschnittenen Tonne. Doch sind Tonnengewölbe für Kronglasöfen weniger gut, als elliptische Gewölbe, weil erstere, wenn sie, wie bei den Kronglasöfen, aus Mauersteinen ohne Bindemittel zusammengesetzt werden, leichter nachgeben, als letztere. Der beste Stein zur Herstellung der Glasöfen, besonders des Gewölbes, ist der feinkörnige feuerfeste Sandstein von Coxgreen bei Newcastle.

Eine Hauptgefahr beim Betriebe eines Glasofens besteht darin, daß in der so außerordentlichen Hitze sich nicht unbeträchtliche Mengen des Alkali verflüchtigen und das Material des Ofengewölbes oberflächlich verglasen und zum Schmelzen bringen, in welchem Falle dann leicht diese unreine Glasmasse herabtropft, in die Häfen fällt, und das darin enthaltene Glas verunreinigt. Die Schuld an diesem Uebelstande soll besonders der beim Mauern des Gewölbes dienende Thon tragen, daher man häufig diese Gewölbe, wie schon vorhin erwähnt, ganz ohne Bindemittel, aus gut zugebauenen Steinen trocken zusammensetzt. Beim nachherigen Heizen des Ofens sollen die Steine durch die dabei Statt findende Ausdehnung sich so dicht an einander anlegen, als wären sie mit Mörtel verbunden. Es scheint uns, daß die nachtheiligste Wirkung eines Verkittungsmittels zwischen den Gewölbsteinen nicht nur in der

Digitized by Google

Gefahr des Schmelzens, sondern auch besonders darin ihren Grund habe, daß sich bei den gewaltsamen Ausdehnungen und Zusammenziehungen der Ofenkappe, in Folge des Temperaturwechsels, leicht ganze Stücke des Mörtels ablösen und in die Häfen fallen können.

Die Brustmauer des Ofens wird entweder auch aus Newcastler Sandstein, oder mit feuerfesten, aus Stourbridge-Thon gebrannten Steinen, in einer Dicke von 16 Zoll hergestellt. Diese innere Mauer wird dann noch mit einem 9 Zoll dicken Gemäuer aus gewöhnlichen Ziegelsteinen umgeben.

Der ganze Ofen wird durch starke eiserne Verankerungen, 11, 11, zusammen gehalten.

Unterhalb des Ofens ist, wie schon oben erwähnt, der Zugkanal, der in der Nähe des Rostes aus feuerfesten Steinen gemauert sein muß. An den vier Ecken des Ofens befinden sich starke gemauerte Pfeiler, um den Ofen gehörig zusammen zu halten. Kleinere Oefen, zu 4 Häfen, bedürfen nicht einmal eiserner Verankerungen, wenn sie nur mit starken Stützpfeilern versehen sind.

Fig. 476 ist eine Darstellung des Auslaufofens, der äußerlich von gewöhnlichen Mauersteinen, innerlich aus feuerfesten Steinen erbauet, und dessen runde Oeffnung A mit Stourbridge-Thon ausgefüttert ist. Die schräg abwärts laufende Mauer hat den Zweck, den Körper des Arbeiters in etwas vor der Gluth zu schützen.

Die Anfertigung der Glasscheiben erfordert nur wenige Instrumente. Mittelst der Pfeife schöpft der Arbeiter zuerst die nöthige Menge Glas, und bildet durch Blasen und Rollen auf dem Marbel einen hohlen birnförmigen Körper, dessen Wände überall genau gleiche Dicke haben müssen. Er wärmt diesen Klumpen in dem Arbeitsloche wieder an, bringt ihn durch Rollen an der Kante des Marbels an das äußerste Ende der Pfeife, und bildet durch Einblasen und geschicktes Hin- und Herschwingen ein großes Sphäroid. Ist dieses etwas abgekühlt, so begibt sich der Arbeiter damit nach dem Auslaufofen, und hält es unter beständigem Drehen in die Oeffnung. Um diese und besonders die beim nachherigen Ausflächen des Glases erforderliche rasche Drehung leicht und mit Sicherheit bewerkstelligen zu können, befindet sich auf der schrägen Mauer eine eiserne Gabel, in welche der Arbeiter das dem Glase zunächst liegende Ende der Pfeife einlegt, während er das andere Ende mit den Händen dreht. Bei diesem Drehen nun wird jenes Sphäroid durch Wirkung der Zentrifugalkraft an der dem Feuer zugekehrten Seite abgeplattet, während zugleich sein Umfang zunimmt. In diesem Zustande nimmt man die vorn abgeflachte Blase vom Feuer, und drückt eine, in weiches Glas eingetauchte runde, massive Eisenstange genau auf die Mitte der vorderen flachen Seite, während der erste Arbeiter den Hals der Blase mit einem Tropfen kalten Wassers von seiner Pfeife absprengt. Die so geöffnete Blase sitzt mit ihrer flachen Seite an der Eisenstange fest, und wird nun vor die große Oeffnung des Auslaufofens gebracht und in Drehung versetzt. Hier weitet sich durch Zentrifugalkraft die vordere Oeffnung mehr und mehr aus, bis endlich eine ganz flache Scheibe entsteht. Ist die so weit fertige Scheibe ein wenig abgekühlt, so legt sie der Arbeiter auf trocknen Sand, und sprengt sie mit einem Tropfen kalten Wassers von der Stange ab. Mittelst einer großen doppelten eisernen Gabel wird dann die Scheibe aufgenommen, in den Kühlofen gebracht, und hier sehr vorsichtig, mit Hülfe angemessener Werkzeuge, auf ihren Rand aufgerichtet, und schräg gegen die Mauer oder zu dem Zwecke vorhandene eiserne Stangen an-

Digitized by Google

gelehnt; so daß eine große Menge solcher Scheiben in dem Kühlofen Platz finden. Die Temperatur beträgt hier anfänglich etwa 320° C und sinkt innerhalb 24 Stunden auf etwa 38° C, wo man denn die Scheiben herausnimmt. Eine fertige Scheibe von etwa 5 Fuß Durchmesser wiegt durchschnittlich 9 Pfund. Aus diesen runden Scheiben werden nachher mit dem Diamant viereckige, größere und kleinere Fensterscheiben geschnitten.

4) Flintglas, oder Bleiglas.

Der Name dieser Glassorte rührt von dem englischen Worte flint (Feuerstein) her, weil es früher aus Feuerstein angefertigt wurde, was jetzt jedoch nicht mehr der Fall ist.

Die Materialien zu dem feinsten Flint- oder englischen Krystallglase sind:

1) Weißer Sand von Lynn, kalzinirt, gesiebt und gewaschen.

2) Bleioxyd, entweder Glätte oder Mennige.

3) Perlasche (eine sehr gute Sorte Pottasche), die jedoch noch einem Reinigungsprozeß unterworfen wird, indem man sie in einer bleiernen Pfanne in sehr wenig warmem Wasser löst (welches die fremden Salze, besonders schwefelsaures Kali und Chlorkalium, nebst Kochsalz ungelöst zurück läßt), die Auflösung des reinen kohlensauren Kali in einem flachen eisernen Kessel gibt und hierin zur Trockniß eindampft. Endlich setzt man noch

4) etwas Salpeter hinzu, der den Zweck hat, alle in den übrigen Materialien etwa vorhandenen organischen oder kohligen Theile, so wie auch die etwa in der Mennige oder Glätte vorhandenen Spuren von metallischem Blei vollständig zu oxydiren. Außer diesen vier Hauptbestandtheilen bekommt das Flintglas noch einen kleinen Zusatz von Braunstein und weißem Arsenik, um es zu entfärben und zu klären. Der Braunstein bezweckt hiebei die von einer Spur Eisenoxydul herrührende unangenehme grünliche Farbe durch höhere Oxydation desselben zu Eisenoxyd in eine wenig bemerkliche bräunliche oder röthliche Färbung umzuändern, das Glas also zu entfärben. Ist jedoch die Menge des Braunsteins größer, als der beabsichtigte Zweck gerade erfordert so bewirkt dieser Ueberschuß an Braunstein eine ins Violette ziehende Farbe, die zwar auch vermieden werden sollte, jedoch nicht eben unangenehm ist, so daß manche Fabrikanten absichtlich einen sehr kleinen Ueberschuß von Braunstein anwenden, theils um sicher die grüne Farbe ganz zu zerstören, theils, weil ein schwacher Stich ins Violette dazu beiträgt, den Glanz und die Schönheit des geschliffenen Glases zu erhöhen.

Der Zusatz von weißem Arsenik möchte wohl einen weniger bestimmten Zweck haben. Zur Durchsichtigkeit oder Schmelzbarkeit des Glases kann er schwerlich beitragen, im Gegentheil zeigt die Erfahrung, daß durch einen etwas übertriebenen Zusatz von Arsenik das Glas milchig wird. Oxydirend kann er unmöglich wirken, sondern vielmehr reduzirend, wodurch er dann dem Braunstein gerade entgegenwirken muß, und daher wohl dazu dienen konnte, eine zu starke Manganfarbe zu vernichten. Durch chemische Analysen der mit Arsenikzusatz bereiteten Gläser weiß man, daß im fertigen Glase oft keine Spur des Arseniks zurückbleibt.

Die rohen Materialien werden mit ungefähr dem dritten oder vierten Theile ihres Gewichts Flintglasscherben gemischt, und so in den Hafen geschaufelt. Ist nach einiger Zeit die erste Portion zusammengeschmolzen, so gibt man eine zweite hinein, und dieß so lange, bis endlich der Hafen mit schmelzender Masse fast angefüllt ist, damit sich das nachherige Abschäumen der Glasgalle um so leichter bewerkstelligen lasse. Die Mündungen der Häfen werden nun durch vorgesetzte Thonplatten geschlossen, mit Thon dicht verschmiert, und nur eine kleine Oeffnung unter der Platte frei gelassen, aus welcher ein Theil der flüssigen Glasgalle abfließen kann.

Digitized by Google

Zum völligen Garwerden von Flintglas sind 48 Stunden erforderlich, ungeachtet es weit leichtflüssiger ist, als andere Glasarten, weil nämlich in den verschlossenen Häfen die Hitze bei Weitem geringer ist, als in offnen.

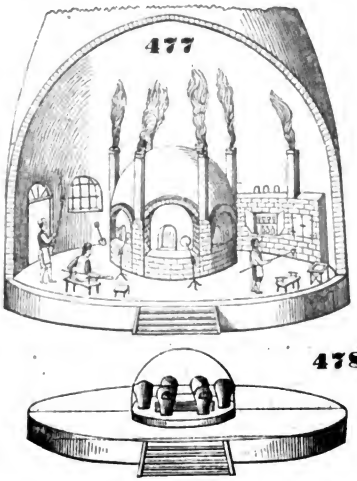


Fig. 477 stellt eine Flintglashütte mit ihrem Ofen zu 6 Häfen und dem Kühlofen an der einen Seite dar. Fig. 478 zeigt die Form und die Anordnung der Häfen auf den Bänken rund um den Rost.

Wenn das Glas ruhig fließt und frei von Bläschen ist, was nach 36 Stunden einzutreten pflegt, so mäßigt man die Hitze in etwas durch Verschließen der Thüren des Luftkanals, macht alle Oeffnungen zu, und läßt den Ofen so mehrere Stunden in Ruhe; endlich verstärkt man wieder das Feuer, worauf dann die Verarbeitung beginnt.

Eine nähere Beschreibung von den Manipulationen beim Blasen der tausendfältigen verschiedenen Gegenstände zu geben, die der Glasfabrikant in den Handel liefert, und die sich nach der Mode und dem Eigensinn des Publikums richten müssen, würde ein nicht weniger zeitraubendes als nutzloses Beginnen sein.

Nicht minder schwierig und nutzlos würde es sein, eine Uebersicht der in den verschiedenen Flintglasfabriken üblichen Glassätze zu geben, da fast jede Fabrik ihren eigenen Satz hat. Wir führen nur einige Beispiele an:

Weißer Sand	50, 5
Glätte oder Mennige	27, 2
Gereinigte Perlasche (5 Proc. Wasser enthaltend)	17, 5
Salpeter	4, 8
Flintglasscherben	30 bis 50
Braunstein	0, 0005
Arsenik	0, 0003.

Uebrigens ist der Braunstein von so sehr verschiedener Qualität, daß auch die erforderliche Quantität sehr verschieden sein muß.

Ein anderer, von Herrn James Geddes in Leith mitgetheilter Satz ist folgender:

Weißer Sand	300
Mennige oder Glätte	200
Gereinigte Perlasche	80
Salpeter	20,

außer diesen ein wenig Braunstein und Arsenik.

Dieser Satz scheint jedoch allzuviel Blei zu enthalten, und liefert wahrscheinlich ein gelbliches trübes Glas.

Herr Payen führt als mittleres Verhältniß des Flintglassatzes an:

Digitized by Google

	Für Holzfeuerung.	Für Steinkohlenfeuerung.
Sand	3	3
Mennige	2	2¼
Pottasche	1½	1½

Aber auch hier scheint die Menge des Bleies und der Pottasche zu groß zu sein, so daß wahrscheinlich ein schlechtes, leicht feucht werdendes Glas aus diesem Satze hervorgehen würde.

Der Kühlofen für Flintglas ist ein 36 Fuß langer, 4 Fuß breiter und 3 Fuß hoher, oben flach gewölbter Kanal, der 2 Fuß über der Hüttensohle erhaben ist. An dem einen Ende wird er durch eine eigene Feuerung geheizt; die heiße Feuerluft streicht der Länge nach durch ihn hindurch, um durch einen niedrigen, etwa 8 bis 10 Fuß hohen Schornstein an seinem anderen Ende aufzusteigen und so einen mäßigen Zug zu unterhalten. Auf den Boden dieses Kühlofens bringt man eine Reihe flacher eiserner Kästen, die aneinander gehakt sind, und mittelst einer Kette, die sich auf einen Haspel aufwindet, ganz langsam, von dem heißeren nach dem kühleren Ende des Ofens zu fortgezogen werden, so daß jeder Kasten etwa 20 Stunden braucht, um den Weg durch den Ofen zurückzulegen. In diese Kasten stellt man die zu kühlenden Sachen. Ist ein Kasten mit frisch geblasener Waare gefüllt, so zieht man die ganze Reihe um die Breite eines Kastens fort, leert den vordersten Kasten, nimmt ihn ab, und hakt dafür einen neuen Kasten an das hintere Ende der Reihe an, den man wieder mit frischer Waare füllt, u. s. f.

Außer dem gewöhnlichen farblosen Krystallglas werden auch verschiedene gefärbte Sorten angefertigt; so z. B. war in Frankreich blaß milchweiß gefärbtes (opalisirendes) Krystallglas eine Zeitlang in der Mode. Eine solche Färbung läßt sich durch den Zusatz von phosphorsaurem Kalk (am besten feinpulverisirter geschlämmter und getrockneter Knochenerde) bewirken. Solche Sachen müssen so viel wie möglich überall von gleicher Dicke und sehr schnell bei mäßiger Wärme angefertigt werden. Statt der Knochenerde kann man eine ähnliche milchige Trübung auch durch Zinnoxyd bewirken, welches jedoch den Glanz des Glases wesentlich beeinträchtigt*).

Eine andere Art von farbigem Flintglas, die in neuerer Zeit sehr in Aufnahme gekommen ist, ist innerlich farblos, außen aber farbig, (farbig überfangenes oder plattirtes Glas). Das Verfahren, ein solches darzustellen, ist sehr einfach. Man muß zu dem Ende einen Hafen mit farblosem, einen anderen mit farbigem Glase (Ueberfangglas) haben. Der Arbeiter taucht seine Pfeife zuerst in das farblose Glas, und bildet daraus einen genau abgerundeten Klumpen, den er nun in das farbige Glas eintaucht, um ihn damit zu überziehen. Diese beiden Glaslagen vereinigen sich dabei vollkommen zu einem Ganzen. Wird nun irgend ein Gegenstand daraus geblasen, und nachher angemessen geschliffen, so wird an den geschliffenen Stellen das innere weiße Glas bloßgelegt, während an den, entweder gar nicht, oder doch nicht tief geschliffenen Stellen die farbige äußere Lage bleibt, wodurch also farbige Figuren auf farblosem Grunde entstehn. Bildet man z. B., wie dieß so gewöhnlich geschieht, durch parallel und kreuzweise eingeschnittene Furchen viereckige Zacken, so erscheinen die Spitzen der Zacken gefärbt, die vertieften Rillen aber farblos. Eben so stellt man mittelst dieses Durchschleifens andere, höchst mannigfaltige, farbige Zeichnungen auf farblosem Grunde dar. Eine andere theilweise Färbung

*) Seit einiger Zeit liefern jedoch die böhmischen Glasfabriken ein durch starken Zusatz von Zinnoxyd erzieltes, weißliches, gar nicht durchsichtiges Glas, das wegen seiner täuschenden Nachahmung des geschliffenen Alabasters sehr beliebt ist. Anm. der Verf.

Digitized by Google

der Glasoberfläche entsteht durch Aufmalen und Einbrennen von Farben-Parthien nach den in der Glasmalerei üblichen Methoden, wobei man öfters eine einfarbig bemalte Fläche durch Radiren (Auskratzen) vor dem Einbrennen mit Zeichnungen versieht, die den Grund durchsehen lassen. Davon, so wie von jeder andern bekannten Methode der Glasfärbung verschieden soll das Verfahren sein, durch welches der böhmische Glasfabrikant Egermann (in Haida) seit einigen Jahren vorzüglich schön roth gefärbte Glaswaaren darstellt. Diese Egermann'schen Produkte werden immer erst im fertigen Zustande, und zwar sowohl roh als auch nach dem Schleifen oder Schneiden, gefärbt. Das Roth derselben wird in allen beliebigen Tönen des Rubinglases hervorgebracht, und widersteht auf das Beste den Einwirkungen der Säuren, der Alkalien, der Luft und des Lichtes.

Ferner wurden vor einer Reihe von Jahren Krystallsachen mit gefärbten emaillirten Figuren auf ihrer Oberfläche, oder mit weißen, stillerglänzenden, gleichsam inkrustirten Darstellungen inmitten des Glases angefertigt. Die ersteren werden auf die Art hergestellt, daß man die aus Email gebildeten Figuren an die innere Wand der messingenen Form leicht befestigt, und nun das Glas recht heiß darin aufbläst; das Email weicht dabei hinlänglich auf, um an die Oberfläche des Glases festzuschmelzen.

Um die weißen Inkrustationen zu bilden, werden beliebige Figuren, Köpfe u. d. gl. aus einer Mischung von höchst fein zerriebener trockner Porzellanmasse und Gyps, die man mit wenig Wasser anmacht, geformt und getrocknet. Man legt sie nun auf ein Stück rothweiches Glas, drückt sie etwas hinein, und bringt eine Lage recht heißes flüssiges Glas darüber, so daß sich das Ganze in ein zusammenhängendes Stück vereinigt. Nach dem Kühlen gibt man dann durch angemessenes Schleifen dem Ganzen eine gefällige Gestalt. Der silberartige Glanz dieser Inkrustationen rührt von der glänzenden inneren Oberfläche des, mit der Porzellanmasse nicht zusammengeschmolzenen, sondern nur dicht darüber liegenden Glases her.

Das Flintglas findet eine äußerst wichtige Anwendung bei optischen Instrumenten, zu welchem Zweck es jedoch frei von Streifen sein muß. Man sollte glauben, daß in England, wo das Flintglas so allgemein und in so großen Mengen fabrizirt wird, auch streifenfreies Glas in größter Vollkommenheit produzirt werden müßte, allein die Fabrikanten haben bisher ihr Augenmerk mehr auf ein möglichst klares und farbloses Glas, wie es für den gewöhnlichen Gebrauch verlangt wird, gewandt, als auf die Erzeugung von Glas zu optischen Instrumenten, bei welchem Freiheit von Streifen das erste Erforderniß ist. Diese Streifen nämlich entstehen durch Verschiedenheiten in der Dichtigkeit des Glases, die wieder in der großen Dichtigkeit des Bleioxydes ihren Grund haben. Die geschmolzene Glasmasse nämlich scheint sich in der Ruhe in verschiedene, theils mehr, theils weniger stark bleihaltige Verbindungen zu theilen, ein Fall, der auch bei anderen, scheinbar gleichartigen Verbindungen, z. B. bei verschiedenen Metalllegirungen vorkommt, so daß beim Eintauchen und Drehen der Pfeife in einer solchen ungleichförmigen Masse sich konzentrische Lagen von dichterem und weniger dichtem Glase an dieselbe ansetzen, die beim darauf folgenden Ausblasen zwar dünner werden, aber nicht verschwinden. Hat man durch anhaltendes Rühren des möglichst dünnflüssigen Glases eine ziemlich gleichmäßige Beschaffenheit desselben bewirkt, und läßt nun den Hafen einige Zeit ruhig stehen, was nothwendig ist, damit die bei dem Rühren hineingekommenen Luftblasen entweichen, so sondern sich auch wieder die mehr und weniger bleihaltigen Verbindungen. Läßt man einen Hafen voll Glas langsam abkühlen, ohne das Glas zu blasen, so zeigen sich die Ungleichförmigkeiten des Glases in hohem Grade. Läßt man ihn da-

Digitized by Google

gegen schnell, d. h. in 2 bis 3 Stunden erkalten, so entstehen unzählige Sprünge, die das Glas ganz untauglich machen.

Das beste Mittel, um ein ziemlich streifenfreies Glas zu bekommen, besteht noch darin, daß man das Glas mit der Pfeife aus der Mitte eines, mit recht dünnflüssigem Glase gefüllten Hafens nimmt, nachdem es kurz zuvor abgeschäumt, und die obersten Schichten zu gewöhnlicher Waare verblasen sind.

Die größte Vervollkommnung in der Anfertigung von Flintglas zu optischen Instrumenten verdankt man den Bemühungen von Fraunhofer in München und Guinand in Brenets bei Genf. Beide Männer sind leider nicht mehr am Leben, und es ist unbekannt, ob sie ihr Verfahren so vollständig anderen Personen mitgetheilt haben, daß es auch jetzt noch mit derselben Sicherheit, wie von ihnen selbst, befolgt wird. Die Fraunhofer'schen Objektive sind weltberühmt, und Guinands Verfahren scheint so sicher zu sein, daß Herr Cauchoir, ein berühmter französischer Optiker, sagt, daß er unter 10 Guinand'schen Objektiven von 4 Zoll Durchmesser gewöhnlich 8 oder 9 sehr gute gefunden habe, während unter eben so vielen Gläsern aus englischen oder französischen Fabriken selten mehr als ein einziges brauchbares zu finden sei; Fraunhofer sowohl wie Guinand haben Objektive von ausgezeichneter Größe geliefert. Der große, aus der Fraunhofer-Utzschneider'schen Anstalt hervorgegangene Refraktor für die Sternwarte in Dorpat hat über 14 Zoll Oeffnung.

Die achromatischen Objektive der Fernröhre und Mikroskope sind aus wenigstens zwei getrennten Gläsern zusammengesetzt, von denen das eine aus Kronglas, das andere aus Flintglas besteht. Beide Glasarten kommen in dem mittleren Brechungsverhältniß, d. h. in dem allgemeinen Vermögen, die Lichtstrahlen zu brechen, ziemlich überein, dagegen aber besitzt das Flintglas die Eigenschaft, die verschiedenfarbigen Theile des Sonnenlichtes aus einander zu lenken, oder zu zerstreuen, in höherem Grade als das Kronglas. In diesem Unterschiede der beiden in Rede stehenden Glasarten hinsichtlich ihres Verhaltens gegen die einzelnen farbigen Theile des weißen Sonnenlichtes, liegt die Möglichkeit, die durch eine konvexe Kronglaslinse gebrochenen und in die verschiedenen Farben zerlegten Strahlen durch ein dahinter gebrachtes schwach konkaves Flintglas so zusammenzulenken, daß sie parallel untereinander in das Auge fallen, wodurch aus Gründen, deren Erörterung hier zu weit führen würde, die farbigen Ränder, welche die durch ein Kronglas allein erzeugten Bilder besitzen, vermieden werden. Es ist einleuchtend, daß es bei einem so delikaten Vorgange ganz besonders auf gleichförmige Beschaffenheit des Glases ankommt, da jede dichtere oder weniger dichte Stelle eine andere Wirkung auf die farbigen Strahlen ausübt.

Zur Herstellung von streifenfreiem Flintglas sind mehrere, insbesondere drei Vorschläge gemacht: 1) Eine Masse Glas mit einem großen Löffel aus dem Hafen zu schöpfen, und darin erkalten zu lassen; 2) das Glas aus dem Hafen in eine Form zu gießen; 3) es in dem Hafen abkühlen zu lassen, und nachher in horizontale Schichten zu zertheilen.

Unter diesen ist die letztere gewiß noch diejenige, welche am ersten einen Erfolg zu versprechen scheint; aber auch sie gibt keine genügenden Resultate. Sie stützt sich auf die Voraussetzung, daß sich das Glas nach seinen verschiedenen Dichtigkeitsgraden in horizontalen Schichten übereinander lagert, eine Voraussetzung, die sich in der Erfahrung, wahrscheinlich der zähen, schwerbeweglichen Beschaffenheit des Glases wegen, nicht durchaus bestätigt.

Ein Hauptgrund der in Rede stehenden Ungleichförmigkeit liegt wohl in der Einrichtung der gewöhnlichen Glasöfen, bei welchen die unteren Theile der Häfen weit weniger Hitze bekommen, als die oberen. Beobachtungen an einem Spiegelglasofen z. B. haben an den unteren Enden der Glashäfen 110° Wedgw.; an dem oberen Rande dagegen 130°,

Digitized by Google

also einen Unterschied von 20° W oder 1430° C ergeben. Unter diesen Umständen bleiben die spezifisch schwereren und zugleich kühleren Theile des Glases ruhig am Boden des Hafens, während das leichtere und heißere Glas oben aufschwimmt.

Da das Geheimniß der Herstellung von fehlerfreiem Flintglas, wie oben erwähnt, bis jetzt nur in den Händen weniger Künstler ist, und von diesen streng bewahrt wird, so wird es nicht unangemessen sein, diejenigen Vorschläge kurz mitzutheilen, welche in Betreff dieses Gegenstandes von Prechtl gemacht worden sind, und, mit Sachkenntniß in Anwendung gebracht, vielleicht zu einem günstigen Resultate führen würden.

1. Man wende statt der gewöhnlichen tiefen Häfen flache Gefäße an, und suche entweder durch mehrmaliges Umgießen des geschmolzenen Glases aus einem Hafen in den andern, oder durch Rühren mit einer eisernen mit Platin oder feuerfestem Thon bekleideten Stange eine vollständige Mischung aller Theile zu bewirken, lasse dann das Glas eine kurze Zeit in Ruhe, um das Entweichen der Luftblasen zu gestatten, nehme den Hafen vom Feuer, lasse ihn erkalten und zerbreche das Glas in Stücke.

2. Ein anderes Mittel könnte darin bestehn, das Glas in einem Hafen zu schmelzen, der an seinem Boden stärker als an seinem obern Theile erhitzt wäre. Hier würde nämlich aus bekannten Gründen eine Bewegung oder Zirkulation in der flüssigen Glasmasse eintreten, in Folge deren sich die unteren und oberen Theile zu einem gleichförmigen Ganzen mischen würden. Der dazu dienliche Ofen würde so zu konstruiren sein, daß der Schmelzhafen rundum frei mitten über dem Roste aufgestellt wäre.

Hätte man sich nun durch herausgenommene Proben überzeugt, daß das Glas völlig fertig ist, so müßte das Feuer weggenommen, und alle Seitenöffnungen des Ofens freigemacht werden, um einen starken Zug von kalter Luft hervorzurufen, und den Hafen so schnell wie möglich abzukühlen. Nach dem völligen Abkühlen könnte man die Glasmasse in Stücke zerschlagen, diese in flache porzellanene Schüsseln legen und in einem Muffelofen einer mäßigen Glühhitze aussetzen, um sie zu erweichen und ihnen die Gestalt von Platten zu geben, woraus dann die Linsen geschliffen werden können.

Das Guinandsche Flintglas, dessen spez. Gew. 3,616 beträgt, besteht nach den Resultaten der chemischen Analyse aus:

Bleioxyd	43.5
Kieselerde	42.5 bis 44.8
Kali	11.7

und entsteht durch Zusammenschmelzen von 100 Theilen pulverisirtem Quarz, 100 Th. Mennige, 35 Th. gereinigter Pottasche und 2 bis 4 Th. Salpeter.

5) Gegossenes Spiegelglas.

Diese Glassorte ist, so wie das englische Kronglas, ein Natronglas. Kaliglas eignet sich viel weniger gut für diesen Zweck.

Betrachten wir 1) die Einrichtung der verschiedenen, hiezu dienenden Oefen und 2) die Zusammensetzung des Glassatzes und das ganze Verfahren bei der Herstellung der gegossenen Spiegelgläser, nebst den dazu dienenden Werkzeugen und Maschinen.

Wir werden hiebei vorzugsweise die Einrichtung und das Verfahren der berühmten, in ihrer Art einzigen Spiegelfabrik zu St. Gobin in Frankreich zum Grunde legen, in welcher Alles, was langjährige Erfahrung und Wissenschaft an die Hand gegeben haben, benutzt ist, und welche unter der Direktion des Herrn Tassaert steht. Es darf übrigens nicht unerwähnt bleiben, daß auch England mehrere dergleichen

Digitized by Google

Etablissements besitzt, die wenigstens durch ihre vortrefflichen Schleif- und Polirmaschinen sich auszeichnen *).

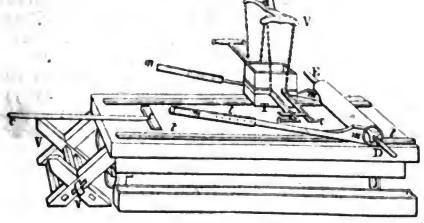
Der Ofen und die Schmelzgefäße.

Der Thon, dessen man sich zu den Mauersteinen und den Häfen bedient, muß frei von Eisen und Kalk, überhaupt möglichst feuerfest sein, und wird mit Charmotte gemischt. Je nach seiner Fettigkeit verträgt er einen Zusatz von der Hälfte bis dem Ganzen seines eigenen Gewichts. Bevor er jedoch diesen Zusatz bekommt, wird er getrocknet, zerstoßen, gemahlen und geschlämmt, indem man ihn mit Wasser anmacht, durch ein Haarsieb gießt und sich wieder absetzen läßt. Man nennt ihn in dem breiartigen Zustande, wie er durch das Haarsieb kommt, Thonschlamm (slip, coulis). Solcher Thonschlamm dient auch beim Bau der Oefen als Bindemittel für die Steine.

Man braucht in den Spiegelglasfabriken zwei Arten von Häfen, die eigentlichen Schmelzhäfen und die Gußhäfen, welche letzteren dazu dienen, das fertig geschmolzene Glas nach der Gießtafel zu transportiren, und es auf diese auszugießen. Die Schmelzhäfen sind von solcher Größe, daß sie das nöthige Glas für sechs kleine oder drei große Gießhäfen aufnehmen, welche letzteren zum Gießen von großen (8 Fuß und darüber langen) Spiegeln dienen.

Der Bequemlichkeit wegen hat man jetzt, außer den großen und kleinen, auch Gießhäfen von mittlerer Größe eingeführt, welche dieselbe parallelepipedische Gestalt haben, wie die großen, während man den kleinen die Form eines Würfels giebt. In der Hälfte der Höhe ihrer Seitenwände haben diese Gießhäfen eine zwei bis drei Zoll breite und einen Zoll tiefe, rund um sie herum laufende Rinne, in welche man, um sie nach der Gießtafel transportiren und beim Gießen sicher handhaben zu können, die Zange einlegt. Das Maul dieser großen Zange bildet einen viereckigen Rahmen, der also den ganzen Hafen umfaßt, und beliebig von jeder Seite angelegt werden kann. Bei den mittleren und großen Gießhäfen sind diese Rinnen nur an den längern Seiten. (Fig. 479 zeigt bei T einen solchen Gießhafen.)

479



Die Schmelzhäfen sind, wie gewöhnlich, abgestumpft kegelförmig, das breitere Ende nach oben gekehrt, und haben äußerlich eine Höhe von 30 und an dem oberen Ende einen Durchmesser von 30 bis 32 Zoll; an dem unteren Ende laufen sie nur um wenige Zoll verjüngt zu. Der Boden ist 3 Zoll dick, die Seitenwände zu unterst ebenfalls, werden aber nach oben zu dünner, und haben an der Mündung nur 1 Zoll

*) Gegossene Spiegel von bedeutender Größe und Schönheit liefern auch die Fabriken in Oesterreich, Rußland, Belgien ꝛc.

Digitized by Google

Dicke. Das große, weite Gebäude, in dessen Mitte der Schmelzofen steht, heißt im Französischen die halle und hat zu St. Gobin eine Länge von 174 Fuß bei einer Breite von 120.

Das Gebäude der großen Spiegelgießerei zu Ravenhead in Lancashire ist noch weit größer, und vielleicht der größte unter einem Dache stehende Raum in Großbritannien; es ist 339 Fuß lang und 155 Fuß breit.

An den beiden, aus gehauenen Steinen aufgeführten Seitenwänden der halle befinden sich die Kühlöfen, die zur Aufnahme der frisch gegossenen Tafeln dienen. Die Sohlen dieser Kühlöfen sind 2½ Fuß über der Sohle des Gebäudes, nämlich genau in der Höhe der Gießtafel, damit man die gegossenen Tafeln ohne Schwierigkeit in die Kühlöfen einschieben kann. Sie sind zum Theil 40 Fuß lang und 20 Fuß breit, so daß bis 10 Glastafeln darin ueben einander liegen können. Sie haben vorn eine größere, hinten eine kleinere Oeffnung und werden durch besondere Feuerungen an den Seiten geheizt.

Der Schmelzofen ist viereckig, oben gewölbt, und hat etwa 10 Fuß Höhe; die Konstruktion desselben kommt der der gewöhnlichen Glasöfen fast ganz gleich. An jeder der vier Ecken befindet sich ein kleiner gewölbter Nebenofen, der durch einen Fuchs mit dem Schmelzofen kommunizirt, und so mit geheizt wird. Diese besonders zum Temperu der Häfen dienenden Nebenöfen befinden sich an den Ecken zweier, einander gegenüberliegender Seiten des Schmelzofens, so daß die anderen beiden Seiten des letzteren ganz frei sind. Zwischen je zwei Nebenöfen sind Zwischenräume von etwa 3 Fuß Breite, die zu Oeffnungen des Schmelzofens führen (den sogenannten tunnels), welche Oeffnungen theils zum Einsetzen und Ausnehmen der Glashäfen, theils, nachdem sie größtentheils vermauert sind, zum Feuern dienen.

Den mittleren Raum des Ofens zwischen den letzterwähnten Oeffnungen nimmt der lange schmale Herd ein, zu dessen beiden Seiten die Bänke von etwa 30 Zoll Höhe und Breite sich befinden. Theils der Festigkeit wegen, theils auch, damit sich die Flamme nach beiden Seiten besser ausbreiten könne, steigen die, dem Herd zugekehrten Seiten der Brücke schräg aufwärts.

Der Herd ist etwa 6 bis 10 Zoll breit. Bei Oefen für Holzfeuerung ist der Herd unten ganz verschlossen, und die Luft tritt nur durch die Schürlöcher in den Tunnels ein; bei Steinkohlenfeuerung dagegen wird die Herdsohle durch einen Rost gebildet. In den Oefen ohne Rost ist in der Herdsohle ein Loch angebracht, damit, wenn ein Glashafen springen sollte, das ausfließende Glas durch dieses Loch einen Abfluß findet, während man zugleich das etwa noch in dem gesprungenen Hafen enthaltene Glas in einen anderen nebenstehenden schöpft.

In den langen Seitenwänden des Ofens sind zwei Reihen von Oeffnungen, eine obere und eine untere. Die unteren dienen zum Einsetzen und Ausnehmen der Gießhäfen, und sind daher gerade in der Höhe der Bänke, und so groß, daß die Gießhäfen bequem mittelst der Zange hindurch gebracht werden können. Durch gußeiserne Platten oder Schwellen am Boden dieser Oeffnungen wird das Herausziehen der Gießhäfen noch erleichtert. Die oberen Löcher, Arbeitslöcher, sind kleiner, und dienen dazu, das flüssige Glas aus den großen Häfen in die Gießhäfen überzufüllen; sie sind in der Höhe von 31 Zoll über dem Niveau der Bänke angebracht, so daß, da die großen Häfen 30 Zoll hoch sind und in abwechselnder Ordnung neben den Gießhäfen stehen, man mittelst der Kellen bequem in sie hineinfahren kann, um das Glas auszuschöpfen. Während der Schmelzzeit müssen natürlich die oberen und unteren Seitenöffnungen, so wie auch die großen Tunnels geschlossen sein. Die Seitenöffnungen werden zu dem Ende durch einpassende Platten aus gebranntem Thon verschlossen, in deren jeder zwei kleine Löcher sind, durch die man, beim Herausnehmen der Plat-

Digitized by Google

ten, die Zinken einer großen eisernen Gabel steckt. Der Verschluß der Tunnels geschieht auf andere Art. Die oberen Hälften derselben nämlich werden ganz dicht vermauert, und die unteren Hälften zu beiden Seiten gleichfalls mit 8 Zoll breiten Mauern geschlossen. In dem Zwischenraum, den diese letzteren zwischen sich lassen, wird durch eingesetzte Steine eine Art Gitter gebildet und zu oberst, also in der Mitte der Vermauerung des Tunnels eine viereckige Oeffnung von 4 Zoll im Quadrat gebildet, durch welche das Holz in dünnen Scheiten in den Ofen geworfen wird, während durch das untere Gitter die Luft einströmt.

Damit, falls sich auf dem Herde des Ofens geschmolzenes Glas ansammeln sollte, dieses nicht durch die Tunnels ausfließe, liegt die Sohle der letzteren etwa 4 Zoll höher, als der Herd des Ofens.

Früher wurde in St. Gobin nur mit Holz gefeuert, doch hat man in den letzteren Jahren sehr gelungene Versuche mit Steinkohlen gemacht. Es sind gegenwärtig zwei Oefen im Gange, von denen der eine mit Holz, der andere mit Steinkohlen gefeuert wird, und die dennoch keinen bemerklichen Unterschied in der Qualität des Glases zeigen. Die Behauptung, daß man sich genöthigt gesehen habe, zu verdeckten Häfen seine Zuflucht zu nehmen, um die Färbung des Glases durch den Rauch zu verhüten, und daß man, um das Glas leichtflüssiger zu machen, mehr Soda zusetze, ist ganz ungegründet. Man arbeitet auch bei Steinkohlenfeuerung in offenen Häfen, und läßt nur das Glas einige Stunden länger als sonst in den Schmelz- und Gießhäfen stehen. Die Einrichtung des Ofens zu Steinkohlenfeuerung ist im Uebrigen ganz ebenso, wie sonst, nur daß natürlich der Herd aus einem Rost besteht, durch den die Luft von unten in den Ofen gelangt, während bei Holzfeuerung, wie wir gesehen haben, die Herdsohle aus dichtem Mauerwerk besteht, und die Luft durch die Gitter in den Tunnels seitwärts einströmt.

Das Holz wird, um eine recht lebhafte, heiße Flamme zu geben, vorher gedarrt, wozu ein eigenes, zwei Fuß über dem Glasofen angebrachtes hölzernes Gerüst dient, auf welchem man das Brennholz einige Tage lang trocknen läßt.

Der Satz zum Spiegelglase.

Da die Güte des Spiegelglases so wesentlich von der Qualität der rohen Materialien, und ganz besonders von der Beschaffenheit der Soda abhängt, so ist es leicht begreiflich, wie man früher, wo dieses Material selten rein und nicht immer von gleicher Beschaffenheit zu erhalten war, mit großen Schwierigkeiten zu kämpfen haben mußte. Erst durch die neueren großen Verbesserungen in der Sodafabrikation und durch die Auffindung von leicht anwendbaren Mitteln, die Soda auf ihre Stärke und Reinheit zu untersuchen, ist ein wirklich rationeller Betrieb der Spiegelfabrikation möglich geworden. Nur reine krystallisirte Soda, aus der, zu der Spiegelgießerei in St. Gobin gehörigen Sodafabrik zu Chauny wird in Frankreich zum Spiegelglase verwandt; ja, nur die reinsten, zuerst gebildeten Krystalle wählt man aus, während die späteren weniger reinen Krystalle an andere Glasfabrikanten verkauft werden.

Auch in der Spiegelgießerei zu Ravenhead in Lancashire hat man Versuche mit krystallisirter, auf die gewöhnliche Weise aus Glaubersalz mit Kohle und Kreide dargestellter Soda gemacht, jedoch, ohne Zweifel der geringeren Reinheit, vielleicht eines Schwefelgehaltes wegen, wieder aufgegeben, und bedient sich jetzt der, allerdings etwas kostspieligeren Methode, die Soda durch gegenseitige Zersetzung von Pottasche und Kochsalz darzustellen. Man löst nämlich beide im bestimmtem Verhältniß in Wasser, und dampft diese Lösung bei mäßiger Wärme ein, wo dann der größte Theil des Chlorkaliums auskrystal-

Digitized by Google

lisirt, während das kohlensaure Natron in Lösung bleibt, welche dann von dem Chlorkalium getrennt und zum Trocknen abgedampft wird.

Langjährige Erfahrungen zu St. Gobin haben dargethan, daß 1 Gewichtstheil trocknes kohlensaures Natron zur vollständigen Verglasung von 3 Theilen reinen Sandes, wie er von dem Berge zu Aumont bei Seulis, von Alum Bay auf der Insel Wight, oder von Lynn in Norfolk bezogen wird, hinreicht; nicht minder ist es eine anerkannte Thatsache, daß eine höhere Temperatur beim Schmelzen einen Theil Alkali zu ersetzen im Stande ist, und daß, ungeachtet bei sehr starker Hitze ein nicht unbeträchtlicher Theil des Alkali sich verflüchtigt, dennoch ein sehr schönes Glas gewonnen werden kann.

Nach den Analysen von Vanquelin enthält das französische Spiegelglas stets eine geringere Menge Natron als nach dem Satz der rohen Materialien darin hätte aufgefunden werden müssen; es ist dies der Grund, weshalb man beim Einschmelzen von Glasscherben etwa 1 Prozent Soda zuzugeben pflegt.

Zu der, nach dem oben angeführten Verhältniß gemachten Mischung von Sand und Soda (abgesehen von etwa mit einzuschmelzenden Glasbrocken) setzt man noch trocknen, gelöschten und sorgfältig gesiebten Kalk in dem Verhältniß von 1 Theil Kalk auf je 7 Theile Sand zu, so daß also der Satz in

Sand	7	Zentner
Kalk	1	„
Kohlensaurem Natron	2¼	„ besteht.

Der Kalk ist von wesentlichem Einfluß auf das Glas, und ertheilt ihm einen gewissen Grad von Zähigkeit, in Folge dessen es weniger zerbrechlich ist, und dem Temperaturwechsel besser widersteht.

Dies möchte nun der ziemlich allgemein anerkannt beste Satz zur Herstellung von schönem Spiegelglas sein.

Vor dem weiteren Einschmelzen der Materialien pflegte man früher in eigenen Ofen eine vorläufige Trocknung mit ihnen vorzunehmen; die Erfahrung hat jedoch gezeigt, daß dieß ein ganz unnöthiger und entbehrlicher Umweg ist. Die geringe Menge von Feuchtigkeit, die in dem Satze enthalten sein kann, und sich bei dem Eintritt in den weißglühenden Ofen fast augenblicklich verflüchtigt, bringt dem Hafen, dessen innere Oberfläche mit weichem Glase überzogen ist, und daher mit den Materialien nicht einmal in unmittelbare Berührung kommt, durchaus keinen Schaden. Zu St. Gobin wird daher, zumal bei gehäuften Aufträgen, wo die Arbeit rasch fortrücken muß, der Satz weder getrocknet noch gefrittet, sondern ohne Weiteres in die Schmelzhäfen eingeschaufelt, was besonders, um das Abkühlen des Ofens zu verhindern, mit möglichster Geschwindigkeit durch 6 Arbeiter bewerkstelligt wird. Man gibt dabei zuerst nur ein Drittel des ganzen Satzes; ist dieses eingeschmolzen, ein zweites, und endlich das letzte Drittel in den Hafen. Der Schmelzprozeß wurde früher in demselben Hafen angefangen und beendigt, und erst wenn das Metall (Glas) in vollendetem ruhigem Fluß war, schöpfte man es in die nebenstehenden Gießhäfen, und ließ es in diesen nur etwa noch 3 Stunden stehn, um die beim Umfüllen hineingekommenen Luftblasen zu beseitigen, worauf man dann zum Gießen schritt. Dieses ältere Verfahren ist gegenwärtig dahin abgeändert, daß der Schmelzprozeß nur zur Hälfte in den großen Schmelzhäfen, zur Hälfte aber in den Gießhäfen bewirkt wird. Man bringt nämlich schon nach Verlauf von 16 Stunden das halbfertige Glas in die Gießhäfen, und beläßt es in diesen noch andere 16 Stunden, so daß die ganze Schmelzung 32 Stunden dauert. Während der letzten zwei bis drei Stunden wird nicht mehr gefeuert, sondern alle Oeffnungen des Ofens dicht verschlossen, und dieser sich selbst überlassen.

Bevor das Glas in die Gießhäfen gebracht werden kann, müssen diese, nachdem sie im Ofen die nöthige Hitze angenommen haben, von dem

Digitized by Google

auf ihrem Boden zusammengeflossenen, mit Asche verunreinigten Glase gereinigt werden. Man zieht sie glühend aus dem Ofen, stellt sie auf eine Eisenplatte neben einer Bütte mit kaltem Wasser, und schöpft mit einer 6 Fuß langen, an dem unteren Ende abgeflachten und scharf gehämmerten Eisenstange, so schnell wie möglich das flüssige unreine Glas aus, und wirft es in die Bütte. Sobald dieß geschehen, wird der Gießhafen wieder in den Ofen zurückgebracht, und mit Glas aus dem großen Hafen gefüllt. Zu dieser Arbeit dienen große schmiedeiserne Löffel oder Kellen mit langen Stielen, die man durch die Arbeitslocher in die geschmolzene Glasmasse der großen Häfen eintaucht, und so das Ueberfüllen verrichtet. Es wechseln dabei mehrere Arbeiter ab, deren jeder zur Zeit nur drei Kellen voll überschöpft, weil diese, ungeachtet ihrer Größe und Dicke durch das dreimalige Eintauchen in die weißglühende Glasmasse so glühend werden, daß sie beim darauf folgenden Abkühlen in einer Bütte kalten Wassers ein Getose wie das Gebrüll eines Löwen verursachen, das man auf große Entfernung hören kann.—

Hat nun das Metall nach vollendeter Schmelzung, wie oben erwähnt, noch drei Stunden Ruhe genossen, so nimmt man, um zu sehen, ob es zum Gusse völlig gut sei, eine Probe durch eine eingetauchte Eisenstange heraus, und beurtheilt nach der Schnelligkeit, mit welcher das Glas in Gestalt eines birnförmigen Klümpchens sich herabsenkt, so wie nach seinem Gesammtansehen, ob das Metall die zum Gusse angemessene Konsistenz hat, und frei von Blasen ist.

Ist Alles in Ordnung, so zieht man den Gießhafen aus dem Ofen und führt ihn nach der Stelle der Halle, wo der Guß erfolgen soll.

Das Gießen. Schon während das Glas noch im Ofen ist, und allmählig seiner Vollendung entgegenreift, werden die nöthigen Vorbereitungen getroffen, um das Gelingen des Gusses, dieses kurzen Endresultates so vielfältiger Bemühungen und Sorgen, zu sichern. Zu diesen Vorbereitungen gehört insbesondere das gehörige Anwärmen des Kühlofens, dessen Temperatur eine schwache Rothglühhitze sein muß, damit die frischgegossene Platte nicht durch zu großen Temperaturunterschied beim Hineinschieben Sprünge bekommt. Die Gießtafel wird nun auf Rollen vor die Mündung des Kühlofens gefahren und mit ihr genau in gleiche Höhe gebracht.

Dieselbe besteht aus Bronze oder Gußeisen, ist 10 bis 12 Fuß lang, 5 bis 6 Fuß breit, 6 bis 7 Zoll dick, und ruht auf einem hölzernen Gestell oder Wagen mit drei gußeisernen Rädern. M. s. Fig. 479. An der von dem Kühlofen abgewandten Seite ist ein starkes Gestell in Form eines Sägebockes, auf welchem die schwere bronzene Walze, die zum Ausbreiten des Glases auf der Tafel dient, vor und nach dem Gebrauche ihren Platz hat. Eine solche Walze ist 5 bis 6 Fuß lang, 1 Fuß dick, dabei hohl, jedoch von starker Metalldicke und bedeutend schwer; kann jedoch nur zwei Mal hintereinander gebraucht werden, weil sie, durch Berührung mit dem heißen Glase sich so erhitzt, daß, wollte man noch eine dritte Tafel damit auswalzen, diese wegen ungleichförmiger Abkühlung an der unteren und oberen Seite leicht zerspringen würde. Es müssen daher mehrere Walzen vorräthig sein, damit die heißen zum Abkühlen bei Seite gelegt werden können. Um die Breite und zugleich die Dicke der zu gießenden Tafel zu bestimmen, legt man an beiden längeren Seiten bronzene Stäbe oder Lineale t, t auf die Tafel, welche der Walze beim Ausrollen des Glases als Unterlage dienen. Ist Alles in Ordnung, so wird der Gießhafen mittelst eines Krahnes in die Höhe gewunden, und durch Umneigen desselben der Inhalt über die Tafel ausgegossen.

Die Hafenzange T besteht aus zwei eisernen Stangen, die in der Mitte mit rechtwinkligen Ausbiegungen (Kropfungen) versehen sind, und durch kürzere Querstangen zusammen gehalten werden. Man paßt beim Gebrauche diese Zange so um den Hafen, daß sie sich in die oben

erwähnten rinnenförmigen Vertiefungen der Seitenwände legt; die Art, in der die Zange mit dem darin eingeklemmten Hafen durch Ketten an den Krahn angehängt wird, zeigt die Figur ganz deutlich.

Sämmtliche Arbeiter der Gießerei müssen bei dem Gießen hülfreiche Hand leisten. Es kommt hiebei zuerst darauf an, den Gießhafen aus dem Ofen zu holen, und ihn nach der Gießtafel zu bringen. Hiezu sind drei verschiedene kleine zweirädrige Wägen vorhanden. Der erste dieser Wägen dient zum Wegnehmen der Ofenplatten aus der unteren Oeffnung des Schmelzofens. Er besteht aus einer langen, auf zwei Rädern beweglichen eisernen Gabel, deren Zinken genau in die Löcher der Thonplatte einpassen, und die an ihrem anderen Ende mit Handgriffen versehen ist. Zwei Arbeiter heben mittelst dieser Gabel die Thonplatte aus der Oeffnung hinweg, und setzen sie seitwärts an die Ofenmauer.

Der zweite Wagen hat den Zweck, den Gießhafen aus dem Ofen zu holen, und ist eigentlich nur eine auf Rädern ruhende große Zange, mit einem viereckigen, genau um den Hafen passenden Maule. So wie die Oeffnung des Ofens frei ist, schieben zwei andere Arbeiter diese große Zange hinein, um fassen den Hafen, während ein anderer Arbeiter mittelst einer Brechstange ihn von der Bank, an welche er gewöhnlich durch Glasmasse angeschmolzen ist, abzulösen sucht, worauf sie ihn heben und aus dem Ofen herausziehen, oder vielmehr fahren, und auf die Eisenplatte des dritten Wagens niederlassen. Dieser dritte, zum weiteren Transporte dienende Wagen nämlich trägt an seinem hinteren Ende eine horizontale, nicht weit von der Hüttensohle abstehende eiserne Platte, auf die der Hafen gesetzt, und so rasch wie möglich nach der Gießtafel hingefahren wird.

Hier wird er sofort in die oben beschriebene an dem drehbaren Krahn hängende Zange eingeklemmt, und so hoch aufgewunden, wie es für den Guß am bequemsten ist. In dieser schwebenden Lage schäumt man das Glas mit einem kupfernen säbelförmigen Werkzeuge ab, wobei die abgenommenen Unreinigkeiten in Wasser abgelöscht werden, und reinigt dann den Hafen äußerlich von anhängender Asche und sonstigen Unreinigkeiten, die sich während des Gießens ablösen und den Guß verderben könnten. Nunmehr fassen zwei Arbeiter die Zange bei ihren Handgriffen, und bringen den Hafen über das dem Kühlofen zunächst befindliche Ende der Gießtafel (welche letztere vorläufig durch darauf gebrachtes Kohlenfeuer erwärmt und wieder sehr rein abgefegt ist). Auf eben dieses Ende haben zwei andere Arbeiter die Walze aufgelegt, während noch andere Leute die eisernen, mit langen Stielen versehenen Wangen mm, welche den Zweck haben, das seitliche Ueberlaufen des Glases über die Lineale zu verhüten, fest gegen die Walze und die Lineale andrücken. Die Gießer bringen nun den Gießhafen ganz an das linke Ende der Walze bei B, und gießen das Glas auf die Tafel, während sie mit dem Hafen nach der Seite D fortrücken.

Nachdem solchergestalt der Inhalt des Hafens quer über die Tafel ausgegossen ist, wird die Walze in Bewegung gesetzt, langsam und gleichmäßig über die Glasmasse hinweggerollt, und wieder auf den Bock vv aufgelegt. Der leere noch rothglühende Hafen wird sogleich wieder auf den Wagen herabgelassen und in den Schmelzofen zurückgebracht, um aufs neue gefüllt zu werden.

Es kommen in der Glasmasse mitunter harte Klümpchen (Thränen) vor, welche, wenn sie nicht beseitigt werden, Fehlstellen in der Glastafel bedingen. Es sind daher zwei Arbeiter beauftragt, die flüssige Glasmasse während des Fortrollens der Walze genau zu beobachten, um, falls sie ein derartiges Klümpchen erblicken, es, wo möglich in der Geschwindigkeit mit einem spitzen Instrumente wegzuschnappen. Gelingt ihnen dieses, so bekommen sie eine Belohnung, welche desto größer ist, je mehr sich jenes Klümpchen gegen die Mitte der Tafel

Digitized by Google

bin befand, weil eine Fehlstelle in der Mitte der Tafel ihr weit mehr von ihrem Werthe raubt, als eine am Rande. Solche Klümpchen entstehen besonders, wenn sich von dem Gewölbe des Schmelzofens Stückchen ablösen und in die Häfen fallen, die dann eine unvollkommene Verglasung erleiden, und ihrer Schwere wegen unten am Boden zu liegen pflegen.

Während sich die gegossene Tafel noch in rothglühendem weichem Zustande befindet, wird an dem, von dem Kühlofen abgewandten Ende ein schmaler (etwa 2 Zoll breiter) Rand aufgebogen, den man den Kopf nennt, und welcher dazu dient, die Tafel besser fortschieben zu können. Indem nämlich zwei Arbeiter mit acht Fuß langen hölzernen Stangen auf diesen Kopf drücken, damit sich die Glastafel nicht weiter aufbiege, schiebt ein anderer mit einer barkenförmigen Stange (ohne Zähne) die Tafel in die Mündung des Kühlofens, wo man sie eine kurze Zeit liegen, und so viel Festigkeit gewinnen läßt, daß sie ohne Gefahr für ihre geradflächige Gestalt mittelst eines langen gabelförmigen Eisens, des sogenannten V. weiter fortgeschoben, und an eine paßliche Stelle des Kühlofens gebracht werden kann.

So viele und mannigfaltige Arbeiten auch bei dieser Gießerei vorkommen, so geht doch Alles mit eben so großer Stille, Ordnung und Regelmäßigkeit, als Schnelligkeit von Statten, so daß in St. Gobin der ganze Gießprozeß, von dem Herausnehmen der Gießhäfen aus dem Ofen an bis zu dem Einbringen der fertigen Tafel in den Kühlofen, kaum 5 Minuten dauert.

Ist der Kühlofen mit Glastafeln gefüllt, so werden alle Oeffnungen mit Thüren von Eisenblech zugemacht und mit Lehm dicht verstrichen, worauf man den Ofen ruhig abkühlen läßt.

Nach vollständig beendigter Kühlung werden die Platten eine nach der andern vorsichtig und in horizontaler Lage aus dem Kühlofen getragen; sobald sie heraus sind, aber auf leinenen mit Stroh ausgepolsterten Kissen vertikal aufgerichtet, indem die Arbeiter an der einen Seite zu gleicher Zeit die Tafel sinken lassen, während die an der anderen sie heben. Nunmehr werden drei, vier Fuß lange, in der Mitte mit Leder überzogene, und an den Enden mit hölzernen Handgriffen versehene Gurten unter dem Rande der Tafel durchgezogen, so daß eine dieser drei Gurten in der Mitte, die beiden andern in der Nähe der Enden der Tafel sind. Sechs Arbeiter ergreifen die Handgriffe der Gurten, und tragen die Tafel so, in vertikaler Lage, nach dem Magazin. Hier wird zuerst mit dem Diamant der Kopf abgeschnitten, und die Tafel auf etwaige Fehlstellen untersucht, von deren Dasein und Lage es abhängt, ob die Tafel ganz gelassen, oder in mehr oder weniger kleine Spiegelgläser zerschnitten wird. Die hiebei abfallenden kleinen Stücke werden bei Seite gelegt, um zerstoßen und wieder eingeschmolzen zu werden.

Das Schleifen der Tafeln geschieht auf steinernen Platten, die genau geradflächig und je nach der Größe der zu schleifenden Glastafeln von verschiedener Größe, immer aber etwas größer sind, als die Glastafeln. Solcher Steinplatten, die in der Höhe von 2 Fuß über dem Fußboden auf steinernen oder hölzernen Beinen wie Billards neben einander stehen, befindet sich eine große Anzahl in dem Schleiflokale.

Jeder Stein ist mit einem 3 bis 4 Zoll breiten Brette, und dieses wieder mit einem aufstehenden Rande eingefaßt, der jedoch etwas niedriger ist, als die Fläche des Steines.

Von den beiden Flächen einer gegossenen Spiegeltafel ist mit Ausnahme des Falles, wo etwa eine neue oder neu polirte Gießtafel benutzt wurde, allemal diejenige, die beim Gießen auf der Gießtafel anflag, weniger glatt und gut ausgebildet, als die obere; jene wird daher beim Schleifen zuerstvorgenommen.

Digitized by Google

Zu dem Ende wird die ebenere Seite mit Gyps auf die Steinplatte gekittet, oft auch mehrere kleinere Platten, die aber genau gleiche Dicke haben müssen, neben einander. Man nimmt nun eine rohe Glastafel, deren Größe ungefähr den vierten Theil von der Größe der zu schleifenden Tafel beträgt, und kittet einen, in Form einer flachen, abgestumpften Pyramide gehauenen Stein, dessen Gewicht so regulirt sein muß, daß auf jeden Quadratzoll der Glastafel ein Druck von 1 Pfund kommt, mit Gypsbrei auf sie auf. Bei kleineren Steinen dieser Art bringt man an zwei ihrer oberen, einander gegenüberstehenden Ecken Pflöcke oder hölzerne Kugeln an, um sie bei der Arbeit bequem fassen und manipuliren zu können. Hat dagegen der Stein eine beträchtliche Größe, so wird zu gleichem Zweck ein leicht gebautes hölzernes, 8 bis 10 Fuß im Durchmesser haltendes Rad auf ihm befestigt. Man trägt nun nassen Sand auf die untere festliegende Tafel, legt die andere, mit dem Stein beschwerte darauf, und schleift, durch gleichzeitiges Drehen und Hin- und Herschieben, die Tafeln auf einander ab.

Das Schleifen geschieht jetzt jedoch gewöhnlich und mit großem Vortheil durch Maschinen. Die obere Tafel nämlich ist an einem gußeisernen Rahmen befestigt, und bekommt so durch die Maschine eine drehendschiebende Bewegung, wie sie bei der Handarbeit Statt findet. Während nämlich die obere Platte sich einmal um ihren Mittelpunkt dreht, dieser Mittelpunkt selbst aber in einem kleinen Kreise herumgeführt wird, beschreibt die Tafel zugleich einen Weg über die untere festliegende Tafel hin, so daß alle Punkte ganz gleichmäßig geschliffen, mithin sehr gerade Oberflächen gebildet werden. Sind die Tafeln an der einen Seite fertig, so macht man sie los und kittet sie mit der abgeschliffenen Seite auf, um nun auch die andere Seite vorzunehmen. Der Gyps wird gewöhnlich roth gefärbt, damit etwaige Fehlstellen im Glase deutlicher zum Vorschein kommen.

Das Feinschleifen geschieht ganz auf dieselbe Art, nur, daß man, statt des Sandes, Schmirgel, und zwar zuerst gröberen, nach und nach aber immer feineren anwendet, bis man endlich die Politur gibt.

Diese Operation wird mit fein geschlämmtem Eisenroth (Kolkothar) bewirkt, das mit Wasser zu einem dünnen Brei angemacht, und mit einem filzbekleideten Holze aufgerieben wird, worauf dann noch eine letzte Politur aus der Hand gegeben wird, indem man je zwei Tafeln mit den polirten Flächen aufeinander legt, etwas nasse feingeschlämmte Zinnasche dazwischen gibt, und sie so lange aufeinander reibt, bis der höchste Grad von Politur hervorgekommen ist.

Das Belegen der Spiegel besteht darin, daß man auf die eine Seite des Glases eine fest anhaftende Lage von mit Quecksilber amalgamirter Zinnfolie aufbringt. Hiezu gehören zuerst und vor Allem ganz geradflächig und glatt abgearbeitete steinerne, am besten marmorne Tische, die ringsumher mit einer rinnenförmigen Vertiefung und einem über die Fläche des Tisches wenig hervorragenden Rande versehen sind. Die Rinne steht mit einem Ausguß an der einen Ecke des Tisches in Verbindung, und dient dazu, das überflüssige Quecksilber aufzunehmen und abfließen zu lassen. Der ganze Tisch ruht auf einer horizontalen hölzernen oder eisernen Achse, und kann mittelst einer, unter der Tischplatte angebrachten Stellschraube in eine geneigte Lage gebracht werden, so daß er mit dem Horizont einen Winkel von 12 bis 13 Grad bildet.

Außer einer großen Zahl solcher Tische, müssen Bürsten, Glaslineale, Rollen von Wollenzeug, größere und kleinere Stücke Flanell und eine Menge steinerne oder eiserne Gewichte in dem Belegungslokale vorhanden sein.

Der Arbeiter fängt nun damit an, die Tischplatte aufs sorgfältigste abzuwischen und zu reinigen, und ein Stück Zinnfolie oder Stanniol

Digitized by Google

(dünngewalztes Zinn von der Dicke eines feinen Papiers), welches ein wenig größer sein muß, als die zu belegende Glastafel, auf dem Tische auszubreiten, mit einer Bürste flach auszustreichen, und alle kleinen Knicke und Falten zu beseitigen.

Er gießt dann etwas Quecksilber auf, und breitet es mittelst einer Rolle von Wollenzeug über das Zinn aus, so daß dieses überall gleichmäßig mit Quecksilber benetzt ist, legt nun rechts und links auf die Ränder der Zinnfolie Glaslineale auf, und schüttet so viel Quecksilber auf die Tafel, daß es eine Lage von etwa einer Linie Dicke auf dem Zinn bildet. Daß dieses nur bei vollkommen horizontaler Stellung des Tisches möglich ist, leuchtet ein. Er sucht nun die Oberfläche des Quecksilbers so viel wie möglich mit einem leinenen Läppchen von Staub und Oxyd zu säubern, und legt an der vorderen Seite den Rand eines Bogens Papier etwa einen halben Zoll breit auf das Quecksilber.

Mittlerweile hat ein anderer Arbeiter die Glastafel aufs sorgfältigste abgerieben und getrocknet, worauf nun beide die Tafel in genau horizontaler Lage mit ihrem Rande erst auf den Bogen Papier legen, und dann langsam vorschieben, so daß der vordere Rand des Glases weder das Zinn berührt, noch aber auch aus dem Quecksilber herauskommt, und so weder Luft noch Oxyd zwischen Glas und Quecksilber eindringt. Haben sie die Glastafel solchergestalt ganz auf die Quecksilberfläche hinaufgeschoben, so daß sie gewissermaßen darauf schwimmt, so setzen sie einige Gewichtstücke auf den Tisch und gegen den Rand der Tafel, um diese in ihrer Lage zu erhalten, und geben nun dem Tisch eine schwache Neigung, so daß das Quecksilber abfließt und die Glastafel allmählig auf die amalgamirte Zinnfläche herabsinkt. Nach Verlauf von 5 Minuten wird die Tafel mit Flanell bedeckt, und mit vielen Gewichten beschwert, dabei allmählig in mehr und mehr geneigte Lage gebracht. Nach 24 Stunden nimmt man die Tafel von dem Tische ab, und legt sie auf eine hölzerne geneigte Fläche von der Gestalt eines großen Schreibpultes, deren vorderer Rand auf dem Fußboden aufliegt, deren obere Seite aber mittelst eines Seiles, das über eine Rolle unter der Decke des Zimmers läuft, beliebig erhöhet werden kann. Von Tag zu Tag verstärkt man die Neigung der Tafel, bis sie endlich vertikal steht, was bei großen Tafeln erst in Verlauf von 4 Wochen, bei kleineren schon nach 18 bis 20 Tagen eintreten darf. Bei dieser anhaltend geneigten Stellung des Spiegels sickert alles flüssige Quecksilber aus der Belegung heraus, welche dabei immer mehr Konsistenz gewinnt und sich fest an das Glas anlegt.

Es muß noch erwähnt werden, daß vor dem Abnehmen der Tafel von dem Marmortische der überstehende Rand der Zinnfolie abgeschnitten wird.

Belegung einer konkaven Fläche, zur Herstellung eines konveren Spiegels. — Bei dieser Arbeit kommt es zuvorderst darauf an, die Höhlung des Glases in Gyps abzuformen, um ein genau in dieselbe passendes, konveres Kugelsegment zu erhalten, dessen man beim Belegen solcher Gläser bedarf. Man bestreicht zu dem Ende die konkave Glasfläche mit etwas Baumöl, gießt einen aus feinstem, durch ein seidenes Sieb gebeuteltem Gyps und Wasser gebildeten Brei hinein, und schwenkt ihn herum, so daß er eine dünne Lage von etwas mehr als 1 Linie Dicke bildet. Ist diese Lage in etwas erhärtet, so gibt man eine zweite dickere Lage von gröberem Gypsbrei darauf, so daß die Dicke der ganzen Gypsform etwa $^3/_4$ Zoll beträgt. Man läßt sie nun vollständig trocknen, bringt am Rande ein Zeichen an, um sie nachher genau wieder in derselben Lage in das Glas einlegen zu können, beschneidet sie, so daß sie nicht über den Rand des Glases übersteht, und nimmt sie ab.

Die so erhaltene konvere Gypsform wird mit einer Scheibe Zinnfolie bedeckt, die man genau andrückt, um den Rand der Form um-

Digitized by Google

legt, und hier mit etwas Klebwachs befestigt. Bei der so großen Geschmeidigkeit des Zinnes hält es nicht schwer, dasselbe durch geschicktes Streichen mit dem Finger ohne alle Falten über die erhabene Gypsform auszubreiten.

Das Glas wird nun mit seiner unteren (konveren) Fläche in einen mit feinem Sand gefüllten leinenen Beutel, der auf dem Boden eines flachen Kastens liegt, eingedrückt, im Inneren mittelst eines mousselinenen Säckchens mit gesiebter Holzasche oder Kreide bestäubt, und mit einem reinen leinenen Läppchen wieder ausgewischt, besonders aber vor der Berührung mit dem feuchten Athem bewahrt; endlich mit Quecksilber bis an den Rand angefüllt. Man taucht nun die konvere Zinnfläche auf einige Augenblicke in das Quecksilber ein, damit sich etwas davon an das Zinn anhängt, und breitet es mittelst eines weichen flanellnen Rollchens über die ganze Zinnfläche aus, so daß diese überall oberflächlich amalgamirt wird. Ist man hiemit fertig, so schiebt man die Gypsform mit der darauf sitzenden amalgamirten Zinnfläche von der Seite, also mit dem einen Rande zuerst, in das Quecksilber ein, und bringt sie nach dem angebrachten Zeichen genau an ihre richtige Stelle, während das Quecksilber größtentheils aus dem Glase verdrängt wird, auf den Sandsack und von da in den Kasten abläuft.

Nachdem das Ganze so unter gelindem Drucke etwa eine halbe Stunde gestanden hat, kehrt man das Glas mit der darin befindlichen Gypsform um, damit das Quecksilber vollständiger abfließe. Bei diesem Umkehren geht man folgendermaßen zu Werke. Man verschafft sich einen zweiten niedrigen Kasten, in welchem ein flacher zylindrischer Klotz, von dem Durchmesser der Gypsform und mit erhaben gewölbter Oberseite, die in die Konkavität der Gypsform einpaßt, befestigt ist. Zwei Leute fassen mit der einen Hand unter den Boden des ersten Kastens, legen die andere Hand auf die in dem Glase befindliche Form, wenden unter behutsamem Zusammendrücken, damit die Form in dem Glase nicht verschoben werde, das Ganze rasch um, und setzen die Form mit ihrer Höhlung auf den Klotz. Das Quecksilber fließt ab, und wenn das Gewicht des Sandsackes und des darauf liegenden Kastens nicht zum vollständigen Auspressen des flüssigen Quecksilbers hinreicht, so setzt man noch Gewichte auf, und läßt das Ganze so einige Tage stehn. Bevor man endlich die Gypsform aus dem fertigen Spiegel herausnimmt, trennt man den um die Form gelegten und dort mit Wachs befestigten Rand des Stanniols mit einem Messer ab. Hebt man dann die Form behutsam heraus, so bleibt das Amalgam vollständig an der Glasfläche hängen.

Belegung einer konveren Fläche zur Herstellung eines Hohlspiegels. — Auch hier wird zuerst die zu belegende Glasfläche in Gyps abgeformt, und die so erhaltene hohle Form innerlich mit einer Stanniolтafel bekleidet; das Zinn dann mit etwas Quecksilber oberflächlich amalgamirt, die ganze Höhlung der Form mit Quecksilber gefüllt, das sorgfältig gereinigte und getrocknete Glas seitwärts hineingeschoben, festgedrückt, und das Ganze nach einiger Zeit umgekehrt. So kommt das Glas mit seiner hohlen Seite nach unten auf den Klotz zu liegen, während die Gypsform darüber liegt, und nach Erforderniß beschwert wird. Nach einigen Tagen nimmt man die Form von dem Spiegel ab.

Bei großen Hohlspiegeln von 30 bis 40 Zoll Durchmesser geht man in anderer Art zu Werke. Man braucht hierzu einen ringförmigen hölzernen oder eisernen Rahmen, der auf 3 Beinen steht, und dessen Durchmesser doppelt so groß ist, als der des Spiegels. In diesen Rahmen wird ein rundes, an dem Rande gesäumtes Stück reiner, neuer, loser Leinwand so eingespannt, daß es zwar keine Falten zeigt, jedoch auch nicht allzufest angezogen ist. Ein rundes Stück Zinnfolie von der Größe des Spiegels wird nun mitten auf die Leinwand gelegt, mit

Digitized by Google

etwas Queckſilber oberflächlich amalgamirt, und nun ſo viel Queckſilber darauf gegoſſen, daß es wie bei der Belegung von Planſpiegeln etwa eine Linie auf dem Zinn ſteht. Das gehörig gereinigte Glas wird nun mit ſeiner mittleren Konverität darauf gelegt, und nöthigenfalls mit Gewichten beſchwert, ſo daß die Leinwand und das darauf liegende Zinn ſich nach der Form des Glaſes ausbaucht. Durch ſeitliche Neigung des ganzen Apparates läßt man nun das überflüſſige Queckſilber ablaufen, und nimmt endlich das Glas mit dem daran haftenden Amalgam von der Leinwand ab*).

Das Belegen der innern Seite hohler Glaskugeln zur Herſtellung kugelförmiger Spiegel geſchieht auf ganz andere Art. Man bereitet nämlich eine leichtflüſſige Legirung, durch Zuſammenſchmelzen von gleichen Theilen Blei, Zinn und Wismuth in einem eiſernen Löffel oder Schmelztiegel, und ſetzt kurz vor dem Erſtarren ⅔ des Ganzen Queckſilber hinzu; rührt die Maſſe, und nimmt die ſchwärzliche Haut, die ſich darauf bildet, ab. Die im Innern möglichſt gereinigte und getrocknete Glaskugel wird nun bis etwas über den Schmelzpunkt jener Legirung, der ziemlich niedrig (bedeutend unter dem Siedpunkt des Waſſers) liegt, erhitzt, und etwas von der Legirung hineingegeben. Durch angemeſſenes Hin- und Herſchwenken der Kugel ſucht man nun die ganze innere Oberfläche mit einer feinen Haut von Amalgam zu bekleiden. Belegungen dieſer Art ſind bei weitem nicht ſo dicht und vollkommen, wie gewöhnliche, mit Zinnfolie und Queckſilber dargeſtellte, dafür aber werden die Fehler ſchon durch die Kugelform des Spiegels weniger bemerklich, auch werden ſolche Spiegel überhaupt nicht zu feinen Zwecken benutzt. —

Farbiges Glas und künſtliche Edelſteine.

Alle feinen farbigen Glasflüſſe werden auf die Weiſe gemacht, daß man zuerſt ein klares, farbloſes, bleihaltiges Glas, den ſogenannten Straß bereitet, und dieſes nachher durch Zuſammenſchmelzen mit färbenden Stoffen, beſonders Metalloxyden, färbt.

Nach Fontanieu wird dieſe farbloſe Baſis auf folgende Art dargeſtellt. 1 Pf. pulveriſirter Bergkryſtall oder reiner Feuerſtein wird mit 1' Pf. Weinſteinſalz (kohlenſaurem Kali) gemiſcht und gefrittet. Die Maſſe wird nach dem Abkühlen zerrieben, in eine Schale mit heißem Waſſer geſchüttet, und verdünnte Salpeterſäure ſo lange zugeſetzt, bis kein Aufbrauſen mehr erfolgt, worauf man mit reinem Waſſer ſo lange auswäſcht, bis dieſes ganz geſchmacklos abläuft. Die ſo von überſchüſſigem Alkali gereinigte Fritte wird getrocknet, mit 24 Loth feinem Bleiweiß gemiſcht, mit ein wenig diſtillirtem Waſſer fein abgerieben, wieder getrocknet, dann mit 2 Loth Borax auf 24 Loth Maſſe in einem Porzellanmörſer genau zuſammengerieben, in einem reinen Tiegel geſchmolzen, und in kaltes Waſſer ausgegoſſen. Die Schmelzung wird noch zweimal immer in ganz neuen, reinen Tiegeln wiederholt, auch jedesmal in kaltem Waſſer abgelöſcht, und wenn ſich metalliſches Blei reduzirt haben ſollte, dieſes beſeitigt. Das zum dritten Male eingeſchmolzene und abgelöſchte Glas wird pulveriſirt, mit 1¼ Loth Salpeter gemiſcht und geſchmolzen, wo ſich dann ein ausgezeichnet ſchönes, in Glanz dem Diamant nahe kommendes Glas in dem Tiegel finden ſoll.

Zur Färbung werden, wie vorhin erwähnt, Metalloxyde zugeſetzt. Zur Nachahmung von orientaliſchem Topas Antimonoxyd, zu Amethyſt Braunſtein und ein wenig Goldpurpur; zu Beryll Antimonoxyd und ein wenig Kobaltoxyd, zu gelbem Diamant und Opal Hornſilber, zu Saphir Ko-

*) Wie es bei dieſem Verfahren möglich iſt, eine Verunreinigung der Glasfläche mit Oxyd zu verhindern, vermögen wir nicht einzuſehen.
Anm. der Bearb.

Digitized by Google

baltoxyd, zu Smaragd Chromoxydul u. s. w. Die seit ein Paar Jahren in einigen böhmischen Fabriken produzirte sehr schöne hellgelbe und hellgrüne Färbung wird durch Anwendung von Uran-Verbindungen erzielt. Das von dem Grafen Bucquoy erfundene Hyalith ist ein undurchsichtiges, je nach der Anwendung von Kupfer-, Eisen- oder Silber-Verbindungen schwarz, roth oder gelb gefärbtes, sehr sprödes Glas. Eine, hiedurch veranlaßte, andere eigenthümliche Art sehr mannigfaltig gefärbter Gläser ist das sogenannte Lithyalin. Diese eigentlich aus gewöhnlichem Hohlglas bestehenden Gefäße sind an der innern Seite anders gefärbt als an der äußern, und diese letztere ist nebst dem beliebig darzustellenden Hauptfarbentone noch verschiedenartig marmorirt, was Beides dadurch erzielt wird, daß die rohen Gefäße von innen und außen mit Mineralflüssen und verschiedenen Metalloxydlösungen überzogen, eingebrannt, und hierauf letztere an manchen Punkten durch den Schliff wieder abgezogen werden, wodurch diese Gläser die Eigenschaft erlangen, im durchfallenden Lichte eine andere Farbe zu zeigen, als im reflektirten, und an der Oberfläche, je nach der größern oder geringern Abschleifung der färbenden Oxyde, marmorirte Färbungen darzubieten. Der Erfinder dieses Verfahrens, F. Egermann in Hayde, erzeugt seit einigen Jahren auch sehr schön roth (in verschiedenen Schattirungen) gefärbte Gläser ohne Anwendung metallischer Farbungsmittel, bloß durch Zementation vermittelst vegetabilischer Substanzen.

Man vergleiche übrigens in Betreff der Glasfärberei den Artikel Glasflüsse.

Die Anfertigung der Glasperlen, die besonders in Murano bei Venedig in außerordentlicher Ausdehnung betrieben wird, ist eine höchst einfache Operation. Es werden zuerst in einer langen, unmittelbar an den Glasofen angrenzenden Gallerie dünne Glasröhren von farbigem Glase ausgezogen, und hierauf mittelst eines aufstehenden breiten Meißels, auf welchen man mehrere Röhren zugleich aufhält, und mit einem eignen Hammer darauf schlägt, in kleine kurze Stückchen zerschlagen. Diese kleinen Zylinderchen rührt man mittelst eines eisernen Spatels mit feinem Sand und Asche so lange zusammen, bis sich ihre Höhlungen voll gesetzt haben, bringt nun das Ganze in eine über einem Feuer hangende eiserne Pfanne, und fährt hier mit beständigem Rühren fort. In dieser, nur bis zum anfangenden Weichwerden des Glases steigenden Hitze runden sich die Ränder der kleinen Röhrchen ab, und stellen so die kleinen venetianischen Perlen dar, die nur noch auf Fäden aufgezogen zu werden brauchen, um Handelsartikel zu sein.

Glasflüsse, Glaspasten (Pierres précieuses artificielles. Pastes, factitious gems). Die Darstellung künstlicher Edelsteine ist in der neueren Zeit zu einem Grade der Vollendung gelangt, der hinsichtlich der Reinheit der Farben, und überhaupt der Aehnlichkeit solcher Kunstprodukte mit den natürlichen Originalen, wohl nichts mehr zu wünschen übrig läßt. Nur in einer Beziehung stehen die künstlichen Edelsteine hinter den natürlichen noch weit zurück, in der Härte nämlich. Denn während die Härte der ersteren, mit wenigen Ausnahmen, der des Quarzes entweder gleich kommt, oder sie noch bedeutend übertrifft, erreichen die letzteren nicht einmal die Härte des gewöhnlichen Fensterglases, ein Umstand, wodurch nicht nur die Unterscheidung der künstlichen von den natürlichen Edelsteinen ungemein erleichtert wird, sondern der auch den Werth der Glasflüsse zu Schmucksteinen, bei welchen gerade der höchstmögliche Grad von Härte ein so wesentliches Erforderniß ist, in hohem Grade herabbringt.

Die Anfertigung der Glaspasten kommt stets darauf hinaus, zuerst ein vollkommen farbloses und klares Glas zu produziren, welches demnächst mit Zusatz von färbenden Metalloxyden umgeschmolzen wird, und

Digitized by Google

dadurch die verlangte Farbe erhält. Jene ungefärbte Grundlage führt nach ihrem Erfinder, einem Deutschen, den Namen Straß, auch wohl Mainzer Fluß.

In dem, freilich schon etwas veralteten Werke von Fontanieu wird folgende Vorschrift zur Bereitung desselben angegeben: 16 Theile pulverisirter reiner Bergkrystall, oder in Ermangelung desselben, gebrannter Feuerstein werden mit 48 Theilen Weinsteinsalz gemischt, geglüht, die Masse dann in heißes Wasser gebracht, und so lange mit verdünnter Salpetersäure versetzt, bis das Brausen aufgehört hat, worauf man sie mit reinem Wasser vollständig auswäscht. Das so erhaltene Produkt wird nun getrocknet, mit 24 Theilen Bleiweiß gemischt, unter Zusatz von etwas Wasser fein gerieben, nochmals ausgesüßt und getrocknet, und nunmehr mit zwei Theilen kalzinirtem Borax in einer porzellanenen Reibschale zusammengerieben, in einem reinen Schmelztiegel geschmolzen, und in kaltes Wasser ausgegossen.

Das so erhaltene Glas wird nach dem Trocknen ein zweites, und dann noch ein drittes Mal, immer in einem ganz neuen Tiegel umgeschmolzen, und jedes Mal im kaltem Wasser abgelöscht. Sollte sich etwas reduzirtes metallisches Blei vorfinden, so ist dieses sorgfältig auszulesen und zu beseitigen.

Die nach dreimaligem Schmelzen erhaltene Fritte wird fein pulverisirt und mit $1^1/_2$ Theil Salpeter gemengt, nochmals geschmolzen, worauf der Straß fertig ist.

Um nun die verschiedenen Edelsteine nachzuahmen, empfiehlt er folgende Zusätze:

Zu Topas: 20 Theile Straß und 1 Th. Hornsilber, oder $^1/_2$ Theil Spießglanzglas.

Zu Saphir: 80 Th. Straß und 1 Th. Kobaltoxyd.

Zu Rubin: 48 Th. Straß, 1 Th. Cassiusschen Goldpurpur, 1 Th. Eisenoxyd (durch Glühen von salpetersaurem Eisen erhalten) 1 Th. Goldschwefel und 1 Th. Mineral-Chamäleon, endlich 6 Th. fein pulverisirten Bergkrystall.

Zu Smaragd: 1200 Th. Straß, 10 Thl. Bergblau (kohlensaures Kupfer) und 1 Th. Spießglanzglas.

Zu gemeinem Opal: 240 Th. Straß, 5 Th. Hornsilber, 1 Th. kalzinirten Magneteisenstein, und 13 Th. Kalkmergel.

In der neueren Zeit ist die Verfertigung künstlicher Edelsteine besonders durch Douault-Wieland in Paris zur höchsten Vervollkommnung gebracht, und von ihm beschrieben. Auch er bereitet eine solche farblose Glasmasse, die er Fluß (fondant) nennt, die allein für sich, gut geschliffen, sehr täuschend den Diamant nachahmt. Die Zuthaten zu diesem Fluß sind: Kieselerde, Pottasche, Borax, Bleioxyd und zuweilen Arsenik. Die Reinheit und Farblosigkeit des Glases hängt, wie sich leicht ermessen läßt, sehr wesentlich von der Reinheit der Materialien ab; besonders gilt dieß von der Kieselerde, wozu er entweder weißen Sand, Bergkrystall oder Feuerstein anwendet. Sand wird erst geglüht, dann mit Salzsäure digerirt, und endlich mit reinem Wasser ausgewaschen. Bergkrystall und Feuerstein müssen ebenfalls zuvor geglüht, in kaltem Wasser abgeschreckt, und dann wie bei der Porzellanfabrikation gemahlen werden. Die Pottasche (am besten Perlasche) erfordert eine sehr vorsichtige Reinigung, und nicht minder muß der Borax durch mehrmaliges Umkrystallisiren völlig rein dargestellt werden. Das Bleioxyd wird am besten im Zustande von Mennige angewendet, und darf schlechterdings keine fremden Metalle, ganz besonders aber kein Zinn enthalten, weil die geringste Spur dieses letzteren eine milchige Trübung hervorbringt, oder doch wenigstens die absolute Klarheit des Glases, die der des reinsten Thautropfens gleichkommen muß, beeinträchtigen würde.

Zum Schmelzen sind gewöhnliche hessische Tiegel am besten, denn ihre Masse ist hinlänglich rein, um dem Glase keine Färbung zu ertheilen,

Digitized by Google

dabei unterliegen sie nicht der Gefahr des Zerspringens oder Rissigwerdens, und stehen in dieser Beziehung den Porzellantiegeln, die sonst sehr vorzüglich sein würden, weit vor. Die Schmelzung kann in einem Porzellan- oder Steingut-Ofen, sonst aber auch nöthigenfalls in einem, eigens zu dem Ende vorhandenen kleinen Ofen bewirkt werden. Ein Porzellanofen ist aber in so fern zweckmäßiger, als nach Dounault-Wielands Beobachtung die Masse um so dichter und schöner ausfällt, je ruhiger und gleichmäßiger die Schmelzung vor sich ging.

Die folgenden 4 Sätze werden besonders empfohlen:

Nr. I.	Gramm.
Bergkrystall	4056
Mennige	6300
Pottasche	2154
Borax	276
Arsenik	12

Nr. II.	
Sand	3600
Bleiweiß von Clichy	8508
Pottasche	1260
Borax	360
Arsenik	12

Nr. III.	Gramm.
Bergkrystall	3456
Mennige	5328
Pottasche	1944
Borax	216
Arsenik	6

Nr. IV.	
Bergkrystall	3600
Bleiweiß von Clichy	8508
Pottasche	1260
Borax	360

Die Sätze für verschiedene Edelsteine sind nun folgende:

Topas:

Sehr weißer Fluß	1008	Theile.
Spießglanzglas	43	„
Cassiusscher Goldpurpur	1	„
oder		
Fluß	3456	„
Eisenoxyd (Crocus Martis)	36	„

Rubin.

D. Wieland erhielt mitunter aus dem eben genannten Topassatze sehr schönen Rubin. Nicht selten nämlich lieferte der Topassatz ein halbdurchsichtiges, oft nur an den Kanten durchscheinendes Glas, das in dünnen Blättchen eine rothe Farbe zeigte. Wurde 1 Theil hievon mit 8 Th. Straß gemengt, und 30 Stunden lang geschmolzen, so entstand ein schönes gelbliches Glas, das in kleinen Stückchen vor dem Löthrohr geschmolzen, eine vollkommene Rubinfarbe annahm. Er empfiehlt diese Methode als die beste zur Herstellung kleiner, sehr schön gefärbter Rubine.

Ein anderer Rubinsatz besteht aus:

Straß	4880	Theile.
Braunstein	72	„

Smaragd.

Straß	4608	„
Reines Kupferoxyd	42	„
Chromoxyd	2	„

Saphir.

Straß	4608	„
Kobaltoxyd	68	„

Die Mischung wird in einem dicht verklebten hessischen Tiegel 30 Stunden lang geschmolzen.

Amethyst.

Straß	4608	Theile.
Braunstein	36	„
Kobaltoxyd	24	„
Cassiusscher Goldpurpur	1	„

Digitized by Google

Granat.

Straß	512	Theile.
Spießglanzglas	256	„
Goldpurpur	2	„
Braunstein	2	„

Beryll oder Aquamarin.

Straß	3456	„
Spießglanzglas	24	„
Kobaltoxyd	1½	„

Alle diese Sätze müssen fein pulverisirt, gesiebt, und nach 24 bis 30-stündigem Schmelzen sehr langsam in dem Tiegel abgekühlt werden.

Noch andere Angaben sind von Lançon; von welchen wir nur einige wenige hervorheben.

Satz zum Straß:

Bleiglätte	100	Theile
Weißer Sand	75	„
Weinsteinsalz	10	„

Amethyst:

Straß	9216	„
Braunstein	15 bis 24	„
Kobaltoxyd	1	„

Smaragd:

Straß	9216	„
Grünspan	72	„
Eisenoxyd	1½	„

Glasgalle (Gall of Glass, Sandiver). Eine aus den neutralen Salzen der Pottasche oder Soda, besonders aus schwefelsaurem Kali oder Natron, nebst Chlorkalium oder Chlornatrium, bestehende schaumig geschmolzene Masse, die sich in den Glashäfen auf der Oberfläche des Glases ansammelt, und während der Schmelzung abgeschöpft werden muß, da sie, zu lange mit dem schmelzenden Glase in Berührung gelassen, von diesem wieder aufgenommen wird, und die Güte des Glases sehr wesentlich beeinträchtigt. Sie wird, ihres Gehaltes an schwefelsaurem Kali wegen, von den Alaun-Fabrikanten angekauft.

Glasmalerei (Painting on glass, Peinture sur verre). Wenn leicht schmelzbare, durch Metalloxyde gefärbte Glasflüsse in fein geriebenem Zustande auf eine Glasfläche aufgetragen werden, so können sie bei mäßiger Hitze, bei welcher die Glastafel noch nicht zum Schmelzen kommt, dergestalt eingeschmolzen werden, daß sie eine höchst dauerhafte Malerei darstellen, die eine ausgezeichnet schöne Wirkung macht, und daher nicht selten zur Verzierung der Fenster in Kirchen und anderen öffentlichen Gebäuden angewendet wird. Da die farbigen Glasflüsse durchsichtig oder doch durchscheinend sind, so werden alle Glasmalereien auf durchfallendes Licht berechnet, und hierin eben liegt der wesentliche Unterschied zwischen Glas- und anderen Malereien. Auch die Farben sind gänzlich abweichend von den gewöhnlichen Malerfarben, da diese letzteren im Feuer zum Theil ganz zerstört, zum Theil doch so verändert werden, daß sie bis auf einzelne Ausnahmen für die Glasmalerei gänzlich unbrauchbar sind.

Das Glas selbst muß möglichst farblos, gleichförmig und strengflüssig sein, in welcher Hinsicht Kronglas von geringem Alkaligehalte sehr zweckmäßig ist. Ist das auszuführende Stück so groß, daß es nicht auf einer einzelnen Tafel Raum findet, so nimmt man mehrere Tafeln oder Stücke, die ganz genau an einander passen, befestigt sie während des Malens auf einer Unterlage von weichem Kitt, nimmt sie nachher aus einander, und bringt sie einzeln in den Ofen, um die Farben einzubrennen, worauf man sie dann wieder zusammensetzt. Die Form der einzelnen Stücke ist

Digitized by Google

hiebei keineswegs gleichgültig, sondern muß so gewählt werden, daß die auf bekannte Art durch Blei herzustellenden Verbindungen soviel wie möglich in den dunkleren Schattenstellen liegen, um den Effekt des Bildes nicht zu stören.

Der Maler fängt gewöhnlich damit an, die Zeichnung auf Papier zu entwerfen, auf welches er dann die Glastafel legt, um nun die Farben auf sie aufzutragen; da diese aber auf einer reinen Glasfläche sich gar leicht unregelmäßig ausbreiten, und ausfließen würden, so ist es unerläßlich, die Glasfläche vorher mit Gummiwasser zu bestreichen, und wieder zu trocknen. Dieser feine Gummiüberzug nimmt sehr gut die Farbe an, verkohlt beim nachherigen Einbrennen, und hindert das innige Zusammenschmelzen der Farben mit der Glasfläche durchaus nicht. Zuerst zeichnet der Künstler die stärkeren Umrisse und Schatten mit einem feinen Pinsel, gewöhnlich mit schwarzer, oder doch irgend einer anderen ziemlich dunklen Farbe vor, deren Wahl sich nach der später anzubringenden Ausmalung richten muß. Gewöhnlich, besonders zu den tieferen Schatten, wird Schwarz oder Grau genommen, da sich diese mit allen Farben vertragen. Ist die Zeichnung in dieser Art vollendet, so werden nun mit größeren Pinseln die Farben aufgetragen, und hierin liegt eine der Hauptschwierigkeiten, in so fern die Glasmalerfarben in dem Zustande, wie sie zur Anwendung kommen, keineswegs genau in den Farbetönen erscheinen, die sie nachher beim Einbrennen erhalten. Der Maler muß sich nach Proben richten, die er mit jeder einzelnen Farbe gemacht hat, wobei wieder hinsichtlich der Farbenmischungen und der durch sie zu erlangenden Nüancirungen außerordentliche Uebung in Anspruch genommen wird. Manche Farben sind sehr geneigt, beim Einbrennen in andere einzufließen, besonders unter den gleich anzuführenden Glasflüssen das Gelb. Man wendet in solchen Fällen, wenn nämlich eine scharfe Abgrenzung der leicht ausfließenden Farbe von den benachbarten Farben Bedingniß ist, den Kunstgriff an, jene Farbe auf die Hinterseite des Glases zu tragen, ein Hülfsmittel, das, wie sich leicht begreifen läßt, den Effekt des Gemäldes nothwendig beeinträchtigen muß, und nur in einzelnen besonderen Fällen zur Benutzung kommen darf. Um nach Beendigung der Malerei die Lichter aufzusetzen, nimmt der Künstler mittelst einer Gänsefeder, die ungefähr wie eine Schreibfeder, nur ohne Spalte, geschnitten wird, an den benöthigten Stellen, die Farbe entweder in langen Strichen, oder in einzelnen Pünktchen, je nachdem der Charakter des Bildes das Eine oder Andere erheischt, hinweg.

Nunmehr folgt das Einbrennen der Farben in einem Muffelofen, dessen Konstruktion mit dem, in dem Artikel Email beschriebenen Emailiröfen so wie auch mit dem Muffelofen zum Einbrennen der Farben auf Steinzeug (m. s. den Artikel Töpferei) im Wesentlichen übereinstimmt. Der Haupttheil ist eine thonerne, oder gußeiserne Muffel, die sich in einem viereckigen Ofen, durch eiserne Querstangen getragen, befindet, so daß sie rund umher von der Flamme umspült wird. Möglichst gleichmäßige Erhitzung der Muffel an allen Punkten ist Haupterforderniß, weil sonst gar leicht an einzelnen Stellen die Temperatur bis zum Schmelzen des Glases steigen kann, während an anderen die Farbe noch nicht einmal in Fluß gekommen ist. Die Mündung der Muffel und die Heiztür des Ofens werden am besten an zwei gegenüberliegenden Seiten des Ofens angebracht, um die Muffel sicher vor Asche und Staub zu schützen, deren Mündung übrigens mit einer doppelten eisernen Thür verschlossen wird, durch welche nur eine kleine Oeffnung frei gelassen wird, um die Glastafeln beobachten und von Zeit zu Zeit kleine, mit Farbe bestrichene Probescherben ausziehen zu können.

Die Muffel wird entweder aus Eisen, oder besser aus sehr feuerfestem Thon angefertigt, ist unten ganz flach und etwa 5 bis 6 Zoll hoch, oben zylindrisch gewölbt, und darf nirgend die geringsten Oeff-

Digitized by Google

nungen haben. Als Unterlage für die Glastafel wird der untere flache Boden mit einer etwa ¹/₄ Zoll dicken Schicht pulverisirtem gebrannten Kalk bedeckt. Das Feuer, am besten mit trockenem Holz, wird nun langsam in Gang gebracht, allmählig bis zur nöthigen Rothglühhitze der Muffel gesteigert und 3 bis 4 Stunden, je nach der Beschaffenheit der Farben und des Glases, und den Anzeigen der Probescherben darin erhalten, wobei besonders die gelbe Farbe genau beaufsichtigt werden muß. Sind nun die Farben gehörig geflossen, so läßt man das Feuer allmählig ausgehen, und die Glastafel mit der Muffel erkalten.

Vorschriften zu Glasmalerfarben.

Fleischfarbe. 2 Loth Mennige, 4 Loth rothes Email (venetianisches Glasemail, durch Glühen von Alaun und Eisenvitriol dargestellt) werden zum feinsten Pulver zerrieben, und dann noch mit Alkohol auf einem recht harten Reibsteine anhaltend gerieben. Diese Mischung bedarf keiner starken Hitze, um ein sehr gutes Fleischroth darzustellen.

Schwarz. 29 Loth Hammerschlag, 4 Loth weißes Krystallglas, 2 Loth Antimon (?) und 1 Loth Braunstein mit Essig fein gerieben; oder eine Mischung von Kobaltoxyd, Braunstein mit Eisenoxyd mit der nöthigen Menge Fluß (durch Zusammenschmelzen von Borax, Sand und Mennige erhalten) angewendet. Oder auch 3 Theile Krystallglas, 2 Th. Kupferoxyd und 1 Th. Spießglanzglas.

Braun. 2 Loth weißes Schmelzglas und 1 Loth Braunstein nebst ein wenig Eisenoxyd.

Roth. Wird gewöhnlich durch Eisenoxyd hervorgebracht; so z. B. durch eine Mischung von reinem Eisenoxyd (durch Glühen von salpetersaurem Eisen erhalten) mit dem erwähnten Fluß; oder auch durch Mischung von 2 Loth Röthel mit 4 Loth weißem Email und ein wenig Kupferoxyd.

Ein anderes Roth entsteht durch Mischung gleicher Theile Eisenrost, Spießglanzglas, Bleiglätte und ein wenig Schwefelsilber. Kupferoxydul bewirkt ein sehr intensives Roth, das aber bei anhaltender Hitze, wobei sich das Oxydul durch Aufnahme von Sauerstoff in Oxyd umwandelt, leicht in Grün übergeht.

Braunroth. Hiezu können Braunstein, Kupferoxyd und Umbra in verschiedenen Mengenverhältnissen, je nach der verlangten Nüance, gemischt werden. Man schmilzt sie mit Fluß zusammen, pulverisirt das Glas und verwendet es nun als Farbe.

Grün. 4 Loth Messing werden bis zu erfolgter vollständiger Oxydation kalzinirt, und mit 4 Loth Mennige und 16 Loth weißem Sand fein gerieben, das Pulver in einen Tiegel gebracht, dieser dicht verlutirt, und eine Stunde lang in starkem Glühen gehalten. Nach dem Erkalten wird die Masse in einem messingenen Mörser gestoßen, und zum Gebrauch auf dem Reibstein gerieben. Doch kann Grün auch sehr gut aus Blau und Gelb zusammengesetzt werden. Auch Chromoxyd liefert mit Flußmitteln ein sehr brauchbares Grün.

Gelb. Wird fast allgemein durch Hornsilber dargestellt. Man bereitet dieses durch Auflösen von Silber in Salpetersäure und Fällen mit Kochsalz. Der erhaltene Niederschlag wird abfiltrirt und getrocknet, mit der dreifachen Menge Pfeifenthon gemischt, gebrannt und pulverisirt. Wenn man diese Masse in einer nicht zu dünnen Schicht auf das Glas aufträgt, und nachher brennt, so kommt sie zwar nicht zum Schmelzen, allein das Hornsilber theilt sich der Oberfläche des Glases mit, und wenn man nachher die anfliegende Thonkruste abreibt, so findet sich die Glasfläche darunter schon gelb gefärbt. Dieses Gelb ist nur, wie schon oben erwähnt, sehr geneigt, in die angrenzenden Farben einzufließen, daher man es wohl auf die Hinterseite des Glases aufträgt. Merand empfiehlt außer dem Pfeifenthon noch Zinkoxyd und Eisenoxyd.

Digitized by Google

Ein anderes Gelb erhält man aus Schwefelsilber mit Spießglanzglas und bis zur rothbraunen Farbe kalzinirtem Ocher. Fast dieselbe Verbindung entsteht, wenn man echtes Blattsilber mit Schwefel und Spießglanzglas schmilzt, und in kaltem Wasser ablöscht.

Auch Messingasche, Schwefel und Spießglanzglas in einem Tiegel so lange geglüht, bis kein Rauch mehr zu bemerken ist, und nachher mit ein wenig gebranntem Ocher zusammengerieben, liefern ein gutes Gelb.

Orange. Man nimmt dazu 1 Theil fein zertheiltes metallisches Silber (durch Fällung mit Kupfer aus salpetersaurer Silberlösung dargestellt) und reibt es mit gleichen Theilen rothem Ocher und Hornsilber zusammen. Beim Gebrauch werden die Farben mit Terpenthin- oder Lavendelöl angemacht und mit dem Pinsel aufgetragen.

In einem sehr gut geschriebenen Aufsatz über Glasmalerei im Philosophical Magazine, Decbr. 1836 sagt der anonyme Verfasser, daß wenn Hornsilber mit vielem Ocher gemischt wird, eine gelbe Farbe; mit wenig Ocher dagegen eine orangegelbe Farbe entstehen soll; und daß man diese letztere dadurch in Roth umwandeln könne, daß man das gemalte Stück wiederholten Glühungen unterwerfe. Diese Farbenänderung gelingt inzwischen nur durch eine sehr sorgfältige Leitung des Feuers.

Von der so eben beschriebenen eigentlichen Glasmalerei, bei welcher mehrere Farben auf eine und dieselbe farblose Glastafel aufgetragen worden, ist die Herstellung von Bildern aus zusammengesetzten Stücken gefärbter Gläser wohl zu unterscheiden. Diese Art von Malerei mit gefärbten Gläsern hat zwar vor jener anderen den Vorzug, daß die Farben im Allgemeinen weit klarer und lebhafter erscheinen, ist aber in so fern höchst mangelhaft, als sie keine sanfteren Schattirungen zuläßt, und die Menge der in Blei ausgeführten Verbindungen zwar der Darstellung einen sehr eigenthümlichen Charakter aufdrückt, im Ganzen aber doch störend wirkt. Unter den zu solchen Malereien dienenden farbigen Gläsern ist das rothe seiner ausgezeichneten Schönheit wegen am berühmtesten geworden. Man hat vielfältig geklagt, daß die Geheimnisse der alten Glasmalerei verloren gegangen seien, und daß diese Kunst lange Zeit brauchen würde, um ihre ehemalige Vollkommenheit wieder zu erlangen. Die einzige Kunst, die allerdings eine Zeit lang verloren war, ist die Herstellung jenes rothen Glases; aber sie ist wieder aufgefunden und wird jetzt vielfältig ausgeübt. Statt nämlich Tafeln aus durchgehends gleichmäßig rothem Glase zu blasen, brachte man eine ganz dünne Schicht intensiv rothgefärbtes Glas auf einer dickeren Schicht gewöhnlichen ungefärbten Glases auf die Art an, daß der Glasbläser seine Pfeife zuerst in einen Hafen mit rothem Glase taucht und eine kleine Menge herausnimmt, hierauf in weißes Glas mehrere Male wiederholt eintaucht, bis der Glasklumpen die nöthige Größe hat, und ihn nun auf die gewöhnliche Art zu Tafelglas aufbläst. Es entsteht so eine Tafel von weißem Glase, die nur an der einen Seite einen dünnen Ueberzug von rothem Glase enthält. Dergleichen, in mehreren verschiedenfarbigen Schichten geblasenes Glas nennt man Ueberfangglas, und wendet es gegenwärtig nicht allein zu Tafelglas, sondern auch zu vielen Hohlglasartikeln an. Besonders die böhmischen Glashütten excelliren in dieser Kunst. Das Farbmaterial zu jenem rothen Glase ist Kupferoxydul, keinesweges, wie man lange glaubte, Goldpurpur. Da aber kupferoxydulhaltiges Glas außerordentlich intensiv gefärbt ist, und in der Dicke von gewöhnlichem Fensterglase fast undurchsichtig sein würde, so ist es nur in der bezeichneten Art anwendbar.

Daß Gold dem Bleiglase eine purpurrothe Färbung ertheilt, ist eine Entdeckung Kunkels, der sie lange geheim hielt, und großen Vortheil davon zog. In Birmingham sind neuerdings sehr gelungene Versuche mit solchem durch Gold gefärbten rosenrothen Glase gemacht, das sich zu Riechflakons u. dgl. sehr gut eignet. Die Menge des Goldes muß sehr gering sein, und die Schmelzhitze sehr hoch getrieben werden, um

Digitized by Google

ein gutes Produkt zu liefern; es hat sich auch gezeigt, daß das Glas entweder Blei-, Wismuth-, Zink- oder Antimonoxyd enthalten muß, wenn überhaupt die rothe Farbe zum Vorschein kommen soll, denn Kronglas wird durch Gold gar nicht gefärbt*).

Wenn das, regelrecht mit Gold versetzte Glas aus dem Hafen kommt, so besitzt es gemeiniglich eine blaß rosenrothe Farbe, ja ist mitunter vollkommen farblos. Man braucht aber in diesem Falle nur das Glas einige Zeit in einer Muffel, oder in kleinen Proben vor dem Löthrohre im Rothglühen zu erhalten, um die rubinrothe Farbe in ihrer ganzen Schönheit hervorzurufen, eine Prozedur, die inzwischen nur bei sehr behutsamer Ausführung gelingt, insofern die geringste Uebertreibung der Hitze die Farbe wieder zerstört, und eine schmutzig braune, bei durchfallendem Lichte bläulich grüne Färbung, ungefähr wie die beim Blattgolde, hervorruft. Die Farbe des Rubinglases rührt offenbar von metallischem Golde her, denn bei der bekannten so leichten Reduzirbarkeit der Oxydationsstufen und anderen Verbindungen des Goldes ist es nicht denkbar, daß sie die intensive Glut des Glasofens und die gleichzeitige Einwirkung des Alkali sollten ertragen können, ohne reduzirt zu werden.

Eine andere interessante Abhandlung ebenfalls in dem Philosophical Magazine, Juny 1837, ist von A. Esser. Der Verfasser sagt darin, daß das antike Rubinglas, dem Feuer eines Glasofens ausgesetzt, seine Farbe unverändert beibehält, während unser jetziges bedeutend leide, und mitunter fast schwarz werde; daher das letztere nicht in der Glasmalerei gebraucht werden könne, weil, wenn man darauf zu malen und die Farben einzubrennen versuche, die dabei nöthige Hitze der Schönheit des Purpurs nachtheilig werde. Er schlägt daher vor, die

*) Anm. In welchem Zustande das Gold bei den Birminghamer Versuchen angewendet worden, ob als Goldpurpur, oder wie sonst, ist nicht erwähnt. Wir fügen nur kurz die Bemerkung bei, daß die bewährteste Methode darin besteht, Gold und Zinn einzeln, ersteres im Zustande von Goldauflösung, letzteres als Zinnoxyd, dem Glassatze zuzumischen. Eine ganz ausführliche Beschreibung des Verfahrens, so wie es kürzlich von dem Dr. Fuß ausgemittelt worden, ist in den »Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen« vom Jahre 1836 nachzusehen. Der hierzu dienende Glassatz (Schmelze) besteht aus Quarzmehl, Mennige, Salpeter und Pottasche in dem Verhältniß von 5:8:1:1. 4 Pfund dieser Schmelze werden mit 12 Loth Borax, ¾ Loth Zinnoxyd und ¾ Loth Antimonoxyd gemengt, und mit einer Auflösung von 3 Gran (etwa $\frac{1}{20}$ Dukaten) Gold in $\frac{1}{4}$ Loth Königswasser, welcher noch 1 Loth Königswasser, und demnächst etwa 5 Loth Wasser zugesetzt werden, aufs Innigste angefeuchtet. Das Ganze wird nun in einem offenen Hafen 12 bis 14 Stunden einer mäßigen Schmelzhitze im Glasofen ausgesetzt, der Hafen dann in einem eigenen Kühlofen langsam erkalten lassen, hierauf der Hafen zerschlagen, und die Glasmasse, welche die Farbe des Feuertopases zeigt, allmälig angewärmt, wobei die verlangte Rubinfarbe zum Vorschein kommt. Der Goldpurpur bildet sich bei diesem Verfahren in der Glasmasse durch Einwirkung des Zinnoxydes auf die Goldsolution. Den merkwürdigen Farbenwandel erklärt der Dr. Fuß durch die Annahme, daß sich der Purpur in der geschmolzenen Glasmasse in mechanischer Auflösung befinde und in diesem Zustande eine mehr gelblich rothe, schwache Färbung erzeuge, daß er aber beim nachherigen Anwärmen sich in höchst fein zertheiltem Zustande ausscheide, und in dieser Form, als unendlich fein zertheiltes Pulver, die rubinrothe Farbe hervorbringe. Er soll inzwischen, bei unrichtiger Behandlung, sich auch chemisch mit der Glasmasse verbinden können, wo dieses dann völlig farblos erscheint, und auch beim Anwärmen nur eine blaßrothe Farbe annimmt. D. Bearb.

Digitized by Google

nöthigen Schattirungen auf einem besonderen Stücke weißen Glases zu malen und einzubrennen, und dieses Stück nachher auf das Rubinglas zu legen, und beide zusammen einzufassen. Da, wo die Rubinfarbe unverändert erscheinen soll, bleibt natürlich jenes weiße Glas unbemalt.

Zu Grün wendet Esser lediglich Chromoxyd an; Eisen und Braunstein verwirft er bei seinen gefärbten Gläsern ganz.

Man bedient sich auch durchsichtiger Glasflüsse zur Verzierung von Gold- und Silber-Arbeiten. Die Metallfläche nämlich wird mit glänzenden Schnitten gravirt oder guillochirt, hierauf mit dem Glasflusse überzogen, und dieses, wie beim Emailliren beschrieben ist, angeschmelzen. Indem nun die zarten eingravirten Furchen mit ihren vielen, mannigfaltig gestalteten und verschlungenen Flächen die Lichtstrahlen zurückwerfen, gewähren diese bei ihrem Durchgange durch das verschiedenfarbige Glas ein prachtvolles Farbenspiel. Am schönsten nimmt sich diese Art von Emaillirung aus, wenn den Glasflüssen durch ein wenig Arsenik ein geringer Grad von Opalisirung ertheilt ist.

In der neueren Zeit sind noch mehrere Metalloxyde bei der Bereitung farbiger Glasflüsse in Aufnahme gekommen, so namentlich verschiedene Uran-, Platin-, Iridium- und Chrompräparate. So bewirkt Platinoxyd ein sehr reiches durchsichtiges Braun, das selbst durch oft wiederholtes Schmelzen nicht leidet. Gute Farben zur Glasmalerei, bemerkt Esser, sind nicht im Handel zu haben, denn die gewöhnlichen käuflichen Farben sind nur für Porzellanmalerei bestimmt.

Der Ofen zum Einbrennen der Farben, den Esser in seiner erwähnten Anleitung empfiehlt, ist würfelförmig und etwa 12 Zoll in allen Dimensionen. Eine Muffel aus feuerfestem Thon, vorn sowohl wie hinten offen, ist auf die Art in dem Ofen angebracht, daß der ganze Luftzug, der das Feuer (Kokes) unterhält, durch die Muffel hindurchgeht. Die Glastafel wird auf eine gut getemperte Thonplatte gelegt, welche wieder auf einer Lage Kokes ruhet. Da die größte Hitze an der Hinterseite der Muffel Statt findet, so ist es nothwendig, die Glastafel von Zeit zu Zeit mittelst einer Art Feuerzange zu wenden. Das Ausführlichere über diesen Ofen, so wie die Konstruktion solcher Oefen, die für größere Malereien bestimmt sind, läßt sich nicht in einer kurzen Beschreibung zum Verständniß bringen, und ist daher in der Original-Abhandlung nachzusehen.

Hinsichtlich einer, von der Society for the Encouragement of Arts im Jahre 1817 dem Mr. R. Wynn ertheilten Prämie von 20 Lstr. für seine Rezepte zur Bereitung von Emailfarben und für seine Beschreibung des Verfahrens beim Malen und Vergolden des Glases, bemerkt Esser: „Sollte ein Glasmaler so unglücklich sein, nach diesen Rezepten arbeiten zu wollen, so würde er sich ganz sicher in seinen Erwartungen betrogen sehen.“

Ure ist nicht abgeneigt, jener Society, falls sich das Esser'sche Urtheil bestätigen sollte, den Spottnamen Society for the discouragement of Arts (Gesellschaft zur Entmuthigung der Künste ꝛc.) beizulegen. —

Glasschleifen (glass grinding) **und Glasschneiden** (glass cutting, art de tailler le verre). Die mechanische Verarbeitung des Glases, wodurch es theils für den gewöhnlichen Gebrauch, theils zu optischen Zwecken zugerichtet, und entweder mit künstlichen Verzierungen versehen, oder auch nur in eine einfache regelmäßige Form gebracht wird. Im letztern Falle gebraucht man vorzugsweise den Ausdruck Schleifen, während man unter Schneiden des Glases hauptsächlich die Ausarbeitung feinerer Verzierungen zu verstehen pflegt. Doch vermengt der Sprachgebrauch sehr häufig beide Ausdrücke, oder wendet sie gleichbedeutend an.

1. Schleifen und Schneiden der gewöhnlichen Krystallglaswaaren. Das englische bleihaltige Krystallglas eignet sich seiner

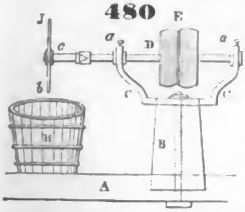
Digitized by Google

Weichheit und des großen Vermögens wegen, das Licht in die Regenbogenfarben zu zerspalten, ganz besonders zu geschliffenen Arbeiten; es wird jedoch in Deutschland, Frankreich und andern Ländern auch bleifreies Krystallglas von nicht minderer Schönheit zu geschliffener Waare verarbeitet.

Die Schleifwerkstätte muß ein geräumiges langes, durch viele Fenster von oben her erleuchtetes Zimmer sein, in welchem die Schleif- und Polirbänke gerade unter diesen Fenstern aufgestellt sind, und durch eine Dampfmaschine oder ein Wasserrad getrieben werden.

Längs der Decke des Zimmers nämlich läuft die Hauptwelle, die wie gewöhnlich auf Trägern ruht, und mit Rollen versehen ist, über welche endlose Riemen gehen, die die verschiednen Maschinen mittelst ihrer Riemscheiben in Umlauf setzen.

Die Schleifbank selbst ist höchst einfach, und gleicht in der Bauart sehr nahe einer gewöhnlichen Drehbank. D (Fig. 480) ist eine eiserne Spindel, die in Lagern von Zinn oder Schriftgießermetall läuft. Diese Lager sind in den Docken C C', und bestehen aus zwei Hälften, die mittelst der Schrauben a a zusammengedrückt werden können, wodurch man es in seiner Gewalt hat, die Spindel so einzuklemmen, daß sie zwar leicht, aber ohne alles Schlottern rund läuft. Die beiden Docken sitzen an dem Holze B fest, das mittelst eines Schraubbolzens auf dem Werktische A befestigt ist. E ist die feste und lose Riemscheibe, wodurch man auf die bekannte Art die Drehung der Spindel nach Erforderniß unterbrechen und wiederherstellen kann.



Das vorspringende Ende der Spindel ist mit einem konisch ausgehöhlten Kopfe versehen, in welchen der kurze Zapfen c der Schleifscheibe fest einpaßt. Bei größeren, schwereren Scheiben wird die Befestigung in dem Kopfe durch eine Schraube bewirkt; im entgegengesetzten Falle, wo nämlich das bloße Eindrücken der konischen Achse in das Kopfstück zur Befestigung genügen soll, macht man der Reibung wegen den Kegel aus Blei.

In dieser Art werden alle Schleif- und Schneidscheiben mit der Spindel in Verbindung gesetzt. Zum Theil bestehen diese Scheiben aus Sandstein oder einem andern harten Schleifsteine, und haben 8 bis 10 Zoll im Durchmesser, und eine Dicke von ½ bis ¾ Zoll. Sie müssen nicht nur an ihrem (flachen, abgerundeten oder schneidigen) Rande, sondern auch an ihrer Vorderfläche sehr genau rund gedreht und geglättet sein, um bei ihrer Drehung die geraden und krummen Flächen der Glasgeschirre genau abzuschleifen. Aehnliche Scheiben von gleicher Größe und ½ bis ¾ Zoll Dicke aus Zinn dienen zum Poliren. Andere Scheiben wieder sind aus dickem Eisenblech, haben bis 12 Zoll Durchmesser, bei einer Dicke von ⅛ bis ¼ Zoll, und werden dazu gebraucht, um mit Sand und Wasser Vertiefungen in das Glas einzuschneiden. Noch wieder andere, viel kleinere Scheiben aus stark gehämmertem Kupfer, mit theils zylindrischem, theils konkavem, theils konverem Rande, sind zu dem Zwecke vorhanden, um mit Schmirgel und Oel beliebige Zeichnungen auf dem Glase ausarbeiten zu können. Endlich gehören noch kleine eiserne, kupferne oder messingene Stifte dazu, die an ihrem Ende halbkugelförmig oder spitzig zulaufen, oder in sehr kleine Scheibchen (Rädchen) endigen und von verschiedenen Dicken erforderlich sind, so daß eine Glasschleiferei davon ein sehr zahlreiches Sortiment besitzen muß.

Digitized by Google

Hölzerne Scheiben, von weichem Holze, deren Faden in der Richtung der Drehungsachse laufen muß, zum Theil auch Holzscheiben mit Hutfilz überzogen, desgleichen Korkscheiben, werden beim Poliren gebraucht.

Tiefe Einschnitte und Furchen werden mit der Eisenscheibe eingeschnitten, auf die man fortwährend eine Mengung von Sand und Wasser auftröpfeln läßt. Hiezu dient eine Einrichtung, wie sie in Fig. 481 dargestellt ist. Zwei kleine Bütten F und G sind, wie die Figur zeigt, eine über der anderen angebracht, und enthalten die Schleifmaterialien: F den Sand, G das Wasser. Durch den Hahn des oberen Gefäßes läßt man einen feinen Strom Wasser auf den Sand des unteren rieseln, welcher sich dann successive mit dem Wasser vermischt, und so durch eine Oeffnung im Boden ausfließt, über zwei schräge Brettchen herabgleitet, und endlich auf die Scheibe gelangt, unter welcher er nachher in einem Kübel aufgefangen wird. Das Arbeitsstück drückt man aus freier Hand von unten gegen die Scheibe.

481

Soll nun Krystallglas auf die gewöhnliche Art verziert werden, so schneidet man die tiefen sich kreuzenden Furchen zuerst auf eisernen Scheiben mit Wasser und Sand ein. Hat man so die Furchen aus dem Rohen hergestellt, so schleift man sie mit der Sandsteinscheibe und Wasser nach, um eine schon glättere Oberfläche zu erzeugen, und polirt sie endlich mit geschlämmtem Bimssteinpulver auf einer hölzernen Scheibe.

Eine feinere Politur gibt man mit Kolkothar, der mit Wasser auf eine Korkscheibe (oder eine mit Filz bekleidete Holzscheibe) aufgetragen wird. Auch Zinnasche, mit Wasser auf eine Zinnscheibe aufgestrichen, dient zum Poliren.

Feinere Darstellungen und Verzierungen, die matt bleiben sollen, führt man mit kleinen Kupferscheiben mit Schmirgel und Oel aus. Insofern beim Schneiden von Schrift, Zeichnungen u. dgl. das Augenmaß des Arbeiters nicht ausreicht, um die Hand in der nöthigen Bewegung des Glases zu lenken, zeichnet man sich die Hauptzüge der Darstellung mit einer Firnißfarbe mittelst des Pinsels auf der Arbeit vor. In Bezug auf stark erhabene geschliffene Verzierungen ist zu bemerken, daß dieselben nicht aus der massiven glatten Glasoberfläche ganz herausgearbeitet werden, sondern daß man in solchen Fällen schon den rohen Gegenständen durch Blasen oder Pressen in metallenen (zuweilen hölzernen) Formen die Grundlage der Verzierung mittheilt, die dann durch das Schleifen nur ausgebildet wird.

2. Das Schleifen optischer Gläser. Die zu Brillen, Mikroskopen, Fernröhren und anderen optischen Instrumenten dienenden, theils konkaven, theils konveren Gläser (Linsen, Glaslinsen, Linsengläser) sind entweder auf einer Seite oder (gewöhnlicher) auf beiden Seiten nach der Gestalt eines mathematisch genauen Kugelabschnittes geschliffen, und auf das Feinste polirt.

Eine Entwickelung der optischen Eigenschaften solcher Gläser kann hier nicht gegeben werden, nur mag die kurze Bemerkung hier einen Platz finden, daß die konveren Gläser die in sie einfallenden Lichtstrahlen mehr zusammen, die konkaven Gläser dagegen die Lichtstrahlen auseinander lenken.

Das Schleifen geschieht in oder auf messingenen Schleifschalen, welche genau nach der herzustellenden Form der Glaslinse gerundet, aber keineswegs immer (wie ihr Name vermuthen lassen könnte) ausgehöhlt, sondern nur für Konvergläser hohl, dagegen für Konkavgläser konver sind.

Digitized by Google

Um solche Schalen zu erzeugen, fängt man damit an, aus Messingblech zwei Schablonen genau nach der beabsichtigten Krümmung des Glases anzufertigen, an deren einer der betreffende Kreisabschnitt vorspringt, während die andere nach derselben Krümmung ausgeschnitten ist, so daß beide genau in einander passen. Nach diesen Schablonen wird auf der Drehbank eine konvere und eine konkave Schale gearbeitet, die man mit feinem Schmirgel aufeinander abschleift, und dadurch sowohl glättet als berichtigt.

Das zu einer Linse bestimmte Stück Glas wird mit einer Zange oder dem unter dem Namen Kröseleisen bekannten Werkzeuge der Glaser am Rande abgebröckelt, so daß es ziemlich genau die runde Gestalt erhält, aber etwas großer bleibt, als es im fertigen Zustande sein soll, und dann entweder auf einem Sandsteine oder in einer alten Schleifschale mit Schmirgel und Wasser aus dem Rohen dergestalt vorgeschliffen, daß seine Flächen annähernd die erforderliche Konverität oder Konkavität erhalten. Es kommt sodann darauf an, das Glas an einer Art Handhabe zu befestigen, um es beim Schleifen daran halten zu können. Diese Handhabe ist eine runde Messingplatte, etwas kleiner als die Glaslinse, mit einer Schraube in der Mitte ihrer Hinterseite. Sie wird durch ein Paar Tropfen Pech an verschiedenen Stellen ihrer Fläche mit dem Glase verbunden, wobei besonders darauf zu achten ist, daß der Mittelpunkt der Glasplatte mit dem der Handhabe zusammen falle.

Beim Schleifen ist die messingene Schale entweder unbeweglich, oder sie wird durch eine höchst einfache drehbankähnliche Vorrichtung in einer horizontalen Ebene umgedreht, und mit grobem Schmirgel und Wasser bestrichen, während man das Glas auf sie aufdrückt. Damit dieses aber nicht durch die Wärme der Finger erwärmt und ausgedehnt werde, schraubt man an die obere Seite der Handhabe einen kurzen Stiel, mit welchem man dann das Glas regiert. Man darf jedoch keineswegs das Glas ruhig in der Mitte der Schale festhalten, sondern führt es während des Schleifens in allen Richtungen in der Schale umher, wobei jedoch wohl zu beachten ist, daß nie der Mittelpunkt des Glases über den Rand der Schale hinauskommen darf; auch muß nur ein ganz mäßiger Druck gegeben werden. Sobald das Glas soweit abgeschliffen ist, daß es die Schale in allen Punkten berührt, spült man den groben Schmirgel heraus, und setzt das Schleifen in derselben Art mit feinerem Schmirgel fort, bis man bemerkt, daß die von dem ersten groben Schmirgel herrührenden Ritze sich verloren haben, und die ganze Fläche eine, dem zweiten Schmirgel entsprechende Glätte angenommen hat. Demnächst nimmt man wieder feineren Schmirgel, und so fort, bis die Fläche zwar noch matt, aber frei von allen sichtbaren Ritzen ist, worauf man wohl durch etwas Bimssteinpulver eine halbe Politur gibt.

Bei diesem Schleifprozeß kommt es natürlich wesentlich darauf an, daß die Gestalt der Schale immer unverändert dieselbe bleibe; denn, wenn gleich das Schleifmittel vorzugsweise das Glas angreift, so nimmt es doch immer auch feine Theilchen von dem Metalle weg, wodurch die Gestalt der Höhlung sich möglicher Weise ändern konnte. Es ist daher, besonders wo es auf große Genauigkeit ankommt, gut, von Zeit zu Zeit die beiden zusammengehörigen Schalen (die konkave und konvere) auf einander abzuschmirgeln. Hat man die eine Seite des Glases so weit fertig, so dreht man es um, und nimmt auch die andere Seite vor. — Nun folgt das Poliren. Hiezu bereitet man sich durch Zusammenschmelzen eine Mischung von Pech und Kolophonium, und preßt sie heiß, um alle Unreinigkeiten zu entfernen, durch ein feines Tuch. Mit dieser Mischung wird (wenn z. B. die Bearbeitung einem Konverglase gilt) die konkave, vorher angewärmte Schale überzogen.

Digitized by Google

Auf die Pechlage drückt man dann die kalte konvexe Schale, taucht das Ganze zum Abkühlen in kaltes Wasser, und nimmt die konvexe Schale von dem Pech ab, dessen Oberfläche nun genau die der Schale entsprechende Höhlung besitzt. Man hat durch dieses Verfahren gleichsam eine Pechschale erhalten, und in derselben wird die Politur mittelst Kolkothar (Polirroth) und Wasser gegeben, wobei man das Glas eben so handhabt, wie beim Schleifen. Da das Pech durch die Reibung leicht seine Form ändern würde, so schneidet man mehrere $^1/_4$ Zoll von einander abstehende schmale Furchen in dasselbe ein, in welchen sich alles überflüssige Polirmittel ansammelt, und welche so dazu beitragen, die polirende Oberfläche rein und in unveränderter Gestalt zu erhalten.

Man darf beim Poliren, außer dem gleich anfänglich aufgetragenen Polirroth, nachher nichts mehr zugeben, sondern nur dann und wann die Fläche mit einigen Tröpfchen Wasser benetzen. Das Pech wird durch die hiebei Statt findende Reibung allmählig warm und weich, wodurch es sich leicht an die Glasfläche festsetzt, und es gehört viele Uebung dazu, durch geschicktes Wenden des Glases, bei unausgesetztem Drehen der Schale, und durch jeweiliges Anhauchen derselben, das Zusammenhaften beider Theile so lange zu verhindern, bis die Politur vollendet ist.

Je vollkommener und regelmäßiger das Glas bei dem ersten Schleifen ausgebildet wurde, um so leichter und besser gelingt das Poliren. Kann man vor dem Poliren selbst mit Hülfe eines Vergrößerungsglases Ritze auf der feingeschliffnen Glasfläche bemerken, so muß man noch wieder mit Schmirgel schleifen, weil das Poliren allein nie im Stande ist, solche Ritze zu beseitigen.

Kleine Glaslinsen und Brillengläser werden auf die Art geschliffen und polirt, daß man mehrere zugleich in einer, etwa 6 Zoll im Durchmesser haltenden Schale schleift. Die Gläser werden dabei auf eine messingene oder eiserne Platte von entsprechender Größe und Form mit Pech nebeneinander aufgekittet, und nun so geschliffen, als wäre es ein einziges großes Glas.

Plangläser schleift und polirt man wohl auf einer Pechoberfläche, der man im warmen Zustande durch Aufdrücken eines Stückes Spiegelglas eine ganz ebene Gestalt ertheilt.

In neueren Zeiten sind auch Maschinen zum Schleifen der Linsengläser eingeführt werden, deren genaue Beschreibung jedoch die Grenzen des vorliegenden Werkes überschreiten würde.

Glasur, s. Töpferei.

Glätte, s. Bleiglätte.

Glauberfalz, (Sal de Glauber, Glauber Salt). Der alte, aber auch jetzt noch sehr gebräuchliche Trivialname für schwefelsaures Natron. Mk. s. diesen Artikel, und Soda.

Glimmer (Mica), im gemeinen Leben Katzengold genannt. Ein Mineral, das an seinem hochst ausgezeichneten Blätterdurchgang und einem starken perlmutterartigen, oft fast metallischen Glanz leicht zu erkennen ist. Die Blättchen sind elastisch biegsam, und besonders durch diese Eigenschaft von denen des spathigen Gypses leicht zu unterscheiden. Die Härte steht zwischen der des Gypses und des Kalkspaths; spez. Gew. = 2,65. Der Glimmer macht den einen der drei Hauptgemengtheile des Granits aus, und erscheint gemeiniglich in Form kleiner schwarzer, brauner, tombakfarbiger, oder auch silberweißer Blättchen. Je feinkörniger der Granit, um so kleiner auch die Glimmerblättchen, und umgekehrt. In manchen Gegenden, so besonders am Ural, wo sich sehr grobkörniger Granit findet, kommen auch Glimmertafeln von ausgezeichneter Größe vor. Man braucht sie in der dortigen Gegend häufig statt des Glases zu Fenstern, aber auch im übrigen Europa werden solche

Digitized by Google

Glimmerfenster zu gewissen Zwecken, besonders da, wo die Scheiben einer starken Hitze exponirt werden, z. B. bei Brennöfen, um in diese während des Brandes hineinsehen zu können, benutzt.

Nach einer Analyse von Rose enthält der Fahluner Glimmer: 46,22 Kieselerde; 34,52 Thonerde; 6,04 Eisenoxyd; 8,22 Kali; 2,11 Bittererde und Manganoxyd; 1,09 Flußsäure und 0,98 Wasser.

Glockenmetall. Eine Legirung von Kupfer und Zinn. M. s. Kupfer.

Glyzerin (Glycerine), auch Oelsüß genannt. Ein süßschmeckender Körper, der bei der Verseifung der Fette entsteht. Das bei der gewöhnlichen Seifenbereitung gebildete Glyzerin geht in die Unterlauge über, und läßt sich aus derselben nicht wohl im reinen Zustande gewinnen; um es darzustellen, verfährt man am besten auf die Art, daß man gleiche Theile Baumöl und feingeriebene Bleiglätte mit ein wenig Wasser in eine Schale bringt, diese im Sandbad erwärmt, und die Mischung unter Ersatz des verdampfenden Wassers beständig umrührt. Hierbei entsteht nach einiger Zeit eine seifenartige Verbindung, Bleipflaster. Ist dieses vollständig gebildet, und kein flüssiges Oel mehr zu bemerken, so fügt man mehr Wasser hinzu, nimmt die Schale vom Feuer, gießt die wässerige Flüssigkeit von dem Pflaster ab, filtrirt sie, leitet einen Strom Schwefelwasserstoffgas hindurch, um eine kleine Menge von Blei, die sie enthält, zu entfernen, filtrirt abermals, und dampft nun vorsichtig und bei mäßiger Wärme, um das Anbrennen des Oelsüßes zu vermeiden, im Sandbade bis zur dickflüssigen Konsistenz ein. Die feuere Abdampfung muß unter dem Rezipienten der Luftpumpe vorgenommen werden, wo dann das Glyzerin in Gestalt einer klaren, syrupdicken, sehr süß schmeckenden Flüssigkeit zurückbleibt. Es ist in Wasser sowohl wie in Alkohol in allen Verhältnissen löslich, und brennt auf glühenden Kohlen mit blauer Flamme. Salpetersäure verwandelt das Oelsüß bei fortgesetzter Digestion in Oxalsäure, Schwefelsäure dagegen, nach Vogel, in Krümelzucker. Der Weingährung scheint das Glyzerin nicht fähig zu sein. Es besteht im wasserleeren Zustande nach Chevreuls Analyse aus 40,07 Kohlenstoff, 8,93 Wasserstoff und 51 Sauerstoff.—

Gneis (Gneiss). Eine der wichtigsten Gebirgsarten oder Gesteine, und vielleicht das älteste Glied des Grundschiefergebirges.

Er kommt in seinen Gemengtheilen mit dem Granit ganz überein, und besteht, wie dieser, aus Feldspath, Quarz und Glimmer; der Unterschied zwischen Gneis und Granit liegt nur in der, oft selbst unvollkommnen, schiefrigen Struktur des Gneises, durch eine ziemlich parallele Lagerung der Glimmerblättchen bedingt. Der Gneis ist die Hauptlagerstätte der meisten Metalle, und daher für den Bergbau von ganz besonderer Wichtigkeit.

Gold (Or, Gold). Durch seine eigenthümlich gelbe (goldgelbe) Farbe von allen anderen Metallen leicht zu unterscheiden. Spez. Gew. = 19,3. Schmelzgrad 32° Wedgwood, oder nach Daniel 1102° C. Von der ausgezeichnetsten Dehnbarkeit, so daß es sich bis zur Dicke von $^1/_{282,000}$ Zoll ausbämmern läßt. Es ist in allen Säuren unauflöslich, mit alleiniger Ausnahme des Königswassers (einer Mischung von Salpeter- und Salzsäure), die eben dieser Fähigkeit wegen, das Gold, den König der Metalle, aufzulösen, den bezeichneten Namen erhielt.

Das Gold kommt auf unserem Erdball, und soweit unsere jetzigen Kenntnisse reichen, nur im metallischen, nie, wie dieß bei vielen der übrigen Metalle so gewöhnlich ist, im oxydirten oder geschwefelten Zustande vor. Wohl aber wird es mit anderen Metallen, besonders Silber, legirt angetroffen.

Das natürliche, reine, gediegene Gold findet sich mitunter in Würfeln, Oktaedern und anderen verwandten Formen krystallisirt, häufiger aber in dünnen Blättchen oder feinen drahtförmigen Theilen, die

Digitized by Google

mitunter zusammengedreht sind, bisweilen auch kleine zusammengereihte oktaedrische Krystalle einschließen; ferner in stumpfeckigen Körnchen, die, wenn sie eine gewisse Größe erreichen, den Namen Pépitas führen. Die kleinen Goldkörner sind offenbar nicht, wie man vermuthen konnte, Bruchstücke größerer, vielmehr geht aus ihrer gewöhnlich flach eiförmigen Gestalt, und überhaupt ihrer abgerundeten Außenfläche deutlich hervor, daß es schon ursprünglich einzelne Körner waren. Durch welche Mittel hätte auch ein so außerordentlich dehnbarer Körper in einzelne Bruchstücke getrennt werden können? Das spezifische Gewicht des gediegenen Goldes ist fast immer geringer, als das des ganz reinen geschmolzenen, und variirt zwischen 13,3 und 17,7. Die Größe der Goldkörner oder Klumpen ist im Allgemeinen nur gering. Die größte bisher in Peru gefundene Pepita wog, wie Humboldt berichtet, 12 Kilogrammes (etwas über 25½ Pfd., mußte also, ein spez. Gew. = 16 angenommen, ungefähr 42 Kub. Zoll Inhalt, oder, als eine Kugel gedacht, einen Durchmesser von 4½ Zoll haben). In der Provinz Quito aber sind Massen bis zu dem Vierfachen des ebengenannten Gewichts, also von Zentnerschwere, vorgekommen.

Nächst dem gediegenen Golde ist die Legirung mit Silber, das Elektrum des Plinius, anzuführen, wegen einer entfernten Aehnlichkeit seiner Farbe mit der des Bernsteins so genannt; eine Legirung, die, wie es scheint, nach einem konstanten Gewichtsverhältnisse zusammengesetzt ist, und 64 Gold nebst 36 Silber enthält.

Unter den verschiedenen Gebirgsmassen sind es besonders die dem Grundschiefergebirge, dem Uebergangsgebirge, dem Alluvium angehörigen, so wie die trachytischen und Trapp-Gebirgsmassen, in welchen Gold angetroffen wird. Die Menge ist aber stets so unbedeutend, daß es nie selbstständig Gänge bildet, sondern nur theils in erdigem Gestein, besonders Quarz, oder in anderen Erzen fein eingesprengt, theils in Gestalt von Blechen oder drahtförmigen Partien auf freistehenden Oberflächen des Gesteins innerhalb der Klüfte und Höhlungen vorkommt. Als goldführende Gangarten sind vorzüglich Quarz, Kalkspath und Schwerspath zu bemerken, neben welchen besonders Schwefelkies, Kupferkies, Bleiglanz, Blende und Mispickel vorkommen, die dann gleichfalls goldhaltig sind.

In dem goldhaltigen Schwefelkies ist das Gold selten zu erkennen, wird aber, wenn der Schwefelkies in Brauneisenstein übergeht, gegen dessen braune Farbe die gelbe des Goldes stark absticht, selbst dann bemerkbar, wenn die Menge des Goldes nur etwa den fünfmillionten Theil des Ganzen ausmacht, wie dieß in dem goldhaltigen Erze des Rammelsberges der Fall ist. Selbst in so unbedeutenden Mengen kann es doch noch ausgebracht werden.

Die goldhaltigen Erze von Ungarn und Siebenbürgen, hauptsächlich Schwefelsilber, Tellurverbindungen und gediegen Gold, kommen auf mächtigen Gängen in einem trachytischen Gestein, oder einem, jenem untergeordneten zersetzten Feldspath vor; so in Königsberg, Telkebanya und anderen Punkten Ungarns, so auch in Kapnik und Felsöbanya in Siebenbürgen; ein Vorkommen, das mit dem im mittleren Amerika nahe übereinstimmt. Die goldführenden Gänge von Guanaruato, Real del Monte und Villalpando sind denen von Schemnitz in Ungarn sowohl der Mächtigkeit, als auch der Erze, die sie führen, und der Gesteine nach, in denen sie aufsetzen, ganz ähnlich. Daß diese Gebirgsarten vulkanischen Ursprungs sind, ist über allen Zweifel erhaben; ja Breislack und Hacquet haben es wahrscheinlich gemacht, daß sich die Goldminen Siebenbürgens in dem Krater eines ehemaligen Vulkanes befinden.

Bei alledem ist es nicht unwahrscheinlich, daß die ursprüngliche Lagerstatte dieses Goldes nicht dem Trachyt, sondern vielmehr dem Syenit und Grünsteinporphyr angehört, die unter jenem Trachyt liegen, und

Digitized by Google

in Siebenbürgen reich an ausgedehnten goldführenden Lagern sind. In den Trachyten der Euganeen, der Vicentinischen Gebirge und der Auvergne wenigstens, die sämmtlich auf Granit ruhen, in welchem keine Metalle vorkommen, ist auch nie eine Spur von Gold gefunden. Auf der anderen Seite wiederum sind in alten Zeiten allem Anschein nach auf der Insel Ischia Goldminen in Betrieb gewesen, welches dann für die Ansicht sprechen würde, daß Gold dennoch in trachytischen Gebilden von offenbar vulkanischem Ursprunge auftreten könne.

Weit häufiger aber als im Grundschiefergebirge, und den so eben besprochenen vulkanischen Massen treffen wir das Gold in den, dem Alluvium angehörigen Ablagerungen an. Hier wird es in dem Quarz- und Eisensand mehrerer Ebenen und Flüsse, besonders in den einspringenden Winkeln der letzteren in der Jahreszeit, wo sie wenig Wasser enthalten, so auch nach heftigen Stürmen und temporären Anschwellungen in Menge angetroffen. Man hat hierüber die Vermuthung aufgestellt, daß das Gold der Flüsse von Gängen in dem Gestein herrühre, durch welche sie ihren Weg nehmen, man hat selbst diese Gänge aufzusuchen sich bemüht, allein umsonst. Das Gold ist bereits in losen Körnern in dem Bette dieser Flüsse vorhanden, und wird nur bei heftigen Strömungen losgespült, um sich an anderen Stellen, wo die Bewegung minder heftig ist, wieder abzusetzen. Diese, zuerst von Delius aufgestellte, nachher von Born, Guettard und Anderen unterstützte Ansicht gründet sich auf wirkliche Beobachtungen; nämlich: 1) der Boden dieser Ebenen und der Flußbette enthält in der That bis zu einer gewissen Tiefe, und besonders an einigen Stellen Goldblättchen, die sich durch Waschen ganz leicht darin nachweisen lassen; 2) die Flüsse und Bache zeigen sich unter keinen andern Umständen so reich an Gold, als wenn es auf den benachbarten Ebenen gestürmt und gereguet hat; 3) es sind meistens bestimmte Stellen der Flüsse, an welchen vornehmlich das Gold gefunden wird; verfolgt man sie weiter nach der Richtung ihres Ursprunges, so ist kein Gold mehr anzutreffen, da doch, wenn dieses Metall von den höher liegenden Felsmassen herabkäme, es gerade hier in der größten Menge vorkommen müßte. So z. B. führt der Orco nur in dem Theile zwischen Pont und seinem Zusammenflusse mit dem Po Gold; der Ticino nur unterhalb des Lago Maggiore, also in weiter Entfernung von den Bergen, in denen er entspringt, nachdem er seinen Weg durch einen See genommen, in welchem sein Strom fast ganz unterbrochen ist, und wo er mithin alle von den Bergen herabgespülten schweren Theile längst abgesetzt haben müßte. Der Rhein führt mehr Gold bei Straßburg als bei Basel, obgleich Basel seinem Ursprunge näher liegt; in dem Sande der Donau, da wo sie die so sehr gebirgigen Gegenden von der Gränze des Bisthums Passau bis nach Efferding durchläuft, ist auch nicht ein Goldkörnchen anzutreffen, während ihr Sand in den niedriger liegenden Theilen ihres Bettes goldführend wird. Ganz dasselbe gilt von der Ens, die während ihres Laufes durch Steiermark kein Gold führt, aber von ihrem Eintritt in die Ebene von Steyer an bis zu ihrem Einfluß in die Donau so reich an Gold wird, daß der Sand mit Vortheil auf Gold verwaschen werden kann.

Der goldführende Sand in Europa, Asien, Afrika und Amerika ist meistentheils schwarz oder roth, mithin eisenhaltig, ein sehr merkwürdiger Umstand hinsichtlich des geologischen Vorkommens. Nach einer von Napione aufgestellten Hypothese soll das Gold dieses eisenhaltigen Sandes aus verwitterndem goldhaltigem Schwefelkies herrühren. Da in Ungarn der goldführende Sand fast immer in der Nachbarschaft von Braunkohlenlagern auftritt, und das in der Grube von Verospatak in Siebenbürgen in einer Tiefe von 28 Lachtern im Thone vorkommende versteinerte Holz oft mit Goldkörnchen bekleidet ist, so sollte man zu der Vermuthung kommen, daß die Epoche der Entstehung der gold

Digitized by Google

führenden Alluvionsmassen von jener, in welcher die Bildung der Braunkohlen vor sich ging, nicht fern liegen möge. Eine ähnliche Beziehung zwischen Gold und fossilem Holz ist in Südamerika bei Moco beobachtet. Nicht weit von dem Dorfe Llora sind in einer Tiefe von 20 Fuß mächtige Stämme von petrifizirten Bäumen aufgefunden, die mit Bruchstücken von Trappgebirgsarten umgeben waren, in welchen sich Gold- und Platinkörnchen eingesprengt vorfanden.

An manchen Punkten scheint der goldhaltige Sand von Basaltmassen herzurühren, so in Frankreich, wo der Cese und der Gardon, beide goldführende Flüsse, an jenen Stellen am reichsten sind, wo sie einen, anscheinend durch Zersetzung von Trappgebirgsarten gebildeten Boden durchfließen. Reaumur schon wurde auf dieses Faktum aufmerksam, und schon er hatte die Beobachtung gemacht, daß der Sand, der in den meisten Flüssen die Goldblättchen begleitet, besonders in der Rhone und im Rhein, eben so, wie die auf Zeylon und bei Expailly, Magneteisenstein und kleine Rubine, Hyazinthe und Korunde führt. Neuerdings ist auch Titaneisen darin aufgefunden. Endlich ist noch zu erwähnen, daß das Gold des Alluviums reiner ist, als das in den älteren Gebirgsmassen vorkommende.

Die wichtigsten Fundorte des Goldes.

Spanien besaß früher Goldminen, besonders in Asturien, welche auf ordentlichen Gängen baueten; aber der Reichthum der amerikanischen Goldgruben war Ursache, daß jene ersteren in Verfall geriethen. Der Tago und noch einige Flüsse Spaniens sollen in ihrem Sande Gold führen.

Frankreich besitzt fast keine bauwürdigen Goldminen, aber in mehreren Flüssen findet sich Gold. In Piemont sind zwar einige Goldgruben, besonders die von Macugnagna am Fuße des Monte Rosa, wo ein Gang von goldhaltigem Schwefelkies im Gneis aufsetzt. Obschon dieses Erz nur 10 bis 11 Gran Gold im Zentner enthält, so wird es dennoch mit Vortheil ausgebracht. An dem südlichen Abhange der penninischen Alpen von dem Simplon und dem Monte Rosa bis nach dem Aosta-Thal sind mehrere goldhaltige Lager und Flüsse vorhanden; so der Evenson, dessen Sand beim Verwaschen erhebliche Mengen von Gold liefert, ferner der schon oben erwähnte Orco, zwischen dem Pont und seiner Vereinigung mit dem Po, ein kleiner Fluß, der auf eine Strecke von mehreren Meilen über einen rothlichen, eisenhaltigen Boden fließt, welcher auch die Hügel in der Nachbarschaft von Chivaso bildet, und Goldblättchen in beträchtlicher Menge enthält.

In Irland ist schon seit alten Zeiten in der Grafschaft Wicklow ein Eisensand aufgefunden, der viele Goldkörner und selbst größere Klümpchen (Pepitas) enthält, unter welchen eines von 1 Pfund 12 Loth vorgekommen ist. Nicht weniger, wie 63 Pfd. Gold sind hier schon gewonnen.

Die Schweiz hat ebenfalls goldführende Flüsse, nämlich die Reuß und die Aar.

In Deutschland sind eigentliche Goldminen nicht in Betrieb, außer im Salzburgschen in den Gebirgen, welche die Scheide zwischen Tyrol und Käruthen bilden.

Ungarn und Siebenbürgen sind es, die in ganz Europa die einzigen Goldgruben von Belang aufzuweisen haben. Diese Gruben sind sowohl hinsichtlich ihrer Lage, der Metalle, auf welche sie bauen, als auch der Ausbeute wegen, die sie liefern, und die sich jährlich auf etwa 1430 Pfd. Avoird. beläuft, sehr merkwürdig. Die Hauptgruben sind in Ungarn, und zwar 1) die bei Konigsberg. Das gediegene Gold ist hier in Schwefelsilber eingesprengt, das in kleinen Partien und auf Gängen in einem halbzersetzten feldspathartigen Gesteine, inmitten eines Bimssteinkonglomerates, das wieder dem Trachyt untergeordnet ist, vor-

Digitized by Google

kommt. 2) Die von Schemnitz, und 3) die zu Felsöbanya, die ebenfalls goldhaltiges Schwefelsilber auf Gängen im Syenit und Grünsteinporphyr liefern. 4) Die von Telkebanya im Süden von Kaschau bauen auf einem goldhaltigen Schwefelkies, der in einer trachytischen Gebirgsmasse von, wie es scheint, sehr später Entstehung vorkommt.

In Siebenbürgen haben die goldführenden Gänge oft eine Mächtigkeit von 18, 24 und selbst 120 Fuß, und sind nicht, wie dies sonst bei Gängen der Fall zu sein pflegt, durch besondere Massen, Saalbänder, von dem Nebengestein getrennt, sondern ganzen unmittelbar an das Gestein des umgebenden Grundgebirges. Die Gangmasse besteht hier in zelligem Quarz, eisenhaltigem Kalk, Schwerspath, Flußspath und Schwefelsilber. Besonders interessant ist die Grube bei Kapnik, wo das Gold neben Auripigment vorkommt, ferner die zu Verespatak in Granit, dann die von Offenbanya, Zalatna und Nagy-Ag, welche Gold in Verbindung mit Tellur liefern. Die letztgenannte Grube baut in einem syenitischen Gestein, das an den Trachyt angränzt.

In Schweden ist besonders die Grube von Edelfors zu bemerken, auf welcher gediegen Gold in Schwefelkies vorkommt; die Gangart ist hier ein brauner Quarz, das Nebengestein Hornstein.

In Sibirien wird Gold bei Schlangenberg und Zmeino-Garsk am Altaï gewonnen, wo es in Gesellschaft vieler anderen Metalle im Hornstein vorkommt. Sehr ausgezeichnet, und schon seit langer Zeit bekannt, sind die Golderze von Beresow am Ural, wo ein Gang von Fettquarz halbzersetzten goldhaltigen Schwefelkies führt. Im Jahr 1820 wurde an dem östlichen Abhange des Ural ein sehr reiches goldführendes Lager entdeckt, dessen Hauptmasse aus einem thonigen Lehm besteht, der bis zu mehreren Ellen Tiefe Goldkörner, nebst Ueberbleibseln solcher Gesteine enthält, die gewöhnlich in goldführenden Alluvialmassen vorzukommen pflegen, als Grünstein, Serpentin, Magneteisenstein, Korund u. a. Auch der Sand der benachbarten Flüsse liefert beim Verwaschen viel Gold. Die jährliche Golderzeugung in Sibirien beläuft sich auf 3740 Pfd. Avoirdupois. Nicht minder hat auch das südliche Asien viele Goldgruben, so wie goldführende Ströme und Flüsse aufzuweisen. Der Sand des Paktolus, eines kleinen Flüßchens in Lydien, soll früher so reich an Gold gewesen sein, daß ihm Krösus seinen ganzen Reichthum verdankte, jetzt ist er nur arm an Gold und ganz in Vergessenheit gerathen. Auch Japan, Formosa, Zeylon, Java, Sumatra, Borneo, die Philippinen und noch mehrere andere Inseln des indischen Archipels sollen reiche Goldwaschen besitzen, unter welchen die auf Borneo in einem aufgeschwemmten Boden der Westküste an dem Fuß einer aus vulkanischen Massen bestehenden Gebirgskette liegen, und von Chinesen ausgebeutet werden. Von all diesem Golde kommt wenig oder nichts nach Europa, weil die dortigen servilen Volkerschaften ihr höchstes Glück in dem Besitze vielen Goldes suchen, das sie daher sorgfältig aufbewahren. Auch die Provinz Klein-Thibet hat an beiden Abhängen der Kailasbergkette zahlreiche Goldgruben, in welchen das Gold auf Gängen von Quarz gefunden wird, die in einem lockeren, halbzersetzten Granit aufsetzen.

Afrika war, so wie Spanien, die Hauptquelle, aus der die alten Völker ihre Vorräthe von Gold erhielten. Das afrikanische Gold wird stets in Gestalt sehr kleiner Körnchen nach Europa gebracht, zum Beweise, daß es durch Waschen ohne Zweifel aus goldhaltigem Sande gewonnen wird. Das nördliche Afrika besitzt gar keine Goldwäschen, und überhaupt sind in Afrika nur drei oder vier wichtige Golddistrikte bekannt. Dahin gehören: 1) Kordofan, zwischen Darfour und Abyssinien, wo die Neger das Gold in Strauß- und Geierfederkielen sammeln und verkaufen. Schon die Alten scheinen diesen Fundort gekannt zu haben, denn Herodot erzählt, daß der König jenes Landes den Gesandten des Kambyses alle Gefangenen mit goldenen Ketten gefesselt zeigte.

Digitized by Google

2) Der Hauptfundort von Goldstaub ist im Süden der großen Wüste Sahara, an der Westküste von Afrika zwischen der Mündung des Senegal und dem Palmen-Vorgebirge. Die Goldblättchen finden sich hier in den Betten kleiner Flüsse und Bäche, in einer eisenschüssigen Erde. An einigen Stellen graben die Neger Gruben bis zu 40 Fuß Tiefe, die aber keine Art von Ausbau erhalten, und von welchen, da bei diesem Vorkommen des Goldes von Gängen keine Rede sein kann, natürlich auch keine Stollen oder Strecken getrieben werden. Die Gruben sind nichts weiter wie offene Pingen. Nach Mungo Park's Beschreibung finden sich die Goldblättchen in einem eisenhaltigen Grund, der unter einer Lage abgerundeter größerer Geschiebe liegt. Von dieser Gegend stammt alles Gold, das durch die Karawanen, die von Timbuktu am Niger die Sahara durchziehen, nach Marokko, Fez und Algier gelangt, so wie auch jenes, das durch Sennaar nach Kairo und Alexandrien kommt. 3) Der dritte Punkt in Afrika, wo Gold gesammelt wird, ist an der Südostküste zwischen dem 25sten und 22sten Grad südlicher Breite, der Insel Madagaskar gegenüber, in dem Lande Sofala. Einige haben die Vermuthung aufgestellt, daß hier das ehemalige Reich Ophir war, von welchem Salomon sein Gold erhielt.

Amerika ist gegenwärtig bei Weitem das reichste Goldland, welches jährlich an 3700 bis 4000 Pfd. dieses edlen Metalles darbietet, das auch hier in Gestalt von Blättchen und Körnern im aufgeschwemmten Boden und im Sande der Flüsse, weit seltener auf Gängen gefunden wird.

Nord-Amerika hat nur wenig. Die Menge von Gold, die bis jetzt in den vereinigten Staaten gewonnen wird, rührt großentheils aus den Gruben her, die in den Buchten von Rockhole, im Distrikt von Lebanon in Nord-Karolina im Grande angelegt werden. An dieser Stelle wurde im Jahre 1810 ein 28 Pfd. schwerer Klumpen aufgefunden, und im Ganzen hat die Münze der vereinigten Staaten etwa 100 Pfd. Gold von diesem Fundorte ausgemünzt.

In Mexiko wird das Gold zugleich mit Silber gewonnen, das hier auf zahlreichen Gängen vorkommt, wie in dem Artikel „Silber" ausführlicher entwickelt ist, auf welchen wir daher verweisen. Das Silber von Guanaxuato enthält $\frac{1}{300}$ seines Gewichtes Gold, von welchem jährlich etwa 2640 bis 3300 Pfd. Avoird. ausgebracht werden. — Die einzigen goldführenden Gänge in Mexiko, auf welchen eigentliche Golderze vorkommen, sind in Durango, und setzen in Gneis und Glimmerschiefer auf. In der Provinz Caracas enthalten alle Flußbette bis zu 10° nördlicher Breite goldführenden Sand. — Peru ist ziemlich arm an Goldlagerstätten; nur in den Provinzen Huailas und Pataz werden goldführende Gänge bebaut, auf welchen ein eigenthümliches Erz, dort pacos de oro genannt, nämlich stark goldhaltiges Eisen- und Kupferoxyd, in Fettquarz eingelagert, gewonnen wird.

Alles Waschgold von Neu-Granada (Neu-Kolumbia) hat seine Lagerstätte im Alluvium, in welchem es in Gestalt von zarten Blechen oder Flittern, und von Körnern neben Grünstein und Porphyrfragmenten liegt. In der Gegend von Choco findet man außer Goldkörnern auch Platin, Titaneisen und Hyazinthe. Das Gold von Antioquia ist 20-, das von Choco 21karätig, und der größte hier gefundene Goldklumpen wog etwa 27½ Pfd.

Chili bietet fast ganz gleiche Verhältnisse dar, wie Peru.

Brasilien produzirt außerordentlich viel Gold, hat aber dennoch nicht ein einziges eigentliches Goldbergwerk, da die wenigen, etwa vorhandenen goldführenden Gänge nicht bebaut werden. — Seine Goldwäschen dagegen sind von größter Bedeutung. Es war zuerst im Jahre 1682, wo in dem Mandi, einem Arm des Rio Dolce bei Catapreta der goldhaltige eisenschüssige Sand entdeckt wurde, der seitdem fast in allen Punkten am Fuße der ungeheueren Bergkette aufgefunden ist,

Digitized by Google

die fast in paralleler Richtung mit der Küste sich vom 5ten bis zum 30sten Grad südlicher Breite forterstreckt. Gegenwärtig liegen die Hauptgoldwäschen bei Villa Rica, nicht weit von dem Dorfe Cocaes; aber auch in der Provinz Minas Geraes wird sehr viel Gold in Körnchen aus dem aufgeschwemmten Lande, meistens aus Lehm, gewaschen. Die jährliche Goldproduktion Brasiliens soll sich auf 2800 Pfd. Avoird. im Werthe von etwa einer Million Lstr. belaufen.

Das allerreinste Gold in Amerika ist das von Giron in Neu-Granada, und hält $23^{3}/_{4}$ Karat (also 99 Prozent); andere Fundorte liefern weniger reines Gold, aber an allen ist der Feingehalt so konstant, daß es, wie Humboldt bemerkt, für die Goldhändler hinreicht, den Fundort des Goldes zu wissen, um auch den Gehalt genau zu kennen.

Auch der Feingehalt des afrikanischen Goldstaubes ist sehr bedeutend, und beläuft sich bei dem von Bambuk in den Handel kommenden Golde auf $22^{1}/_{2}$, bei dem marokkanischen selbst auf 23 Karat.

Gewinnung des Goldes.

Die Gewinnung des Goldes aus dem Sande, Lehm, oder anderen lockeren Erdmassen ist sehr einfach, und kommt auf eine bloße Schlämmarbeit hinaus, die gewöhnlich in der Art bewerkstelligt wird, daß man den Goldsand zuerst auf wenig geneigte Tafeln, Waschheerde, die mitunter wohl mit Tuch beschlagen sind, legt, und durch darüberhin geleitetes Wasser den Sand abschlämmt, wobei das schwere Gold auf der Tafel liegen bleibt; und es sodann in hölzernen Trogen oder Mulden nochmals nachwäscht. Um auch die feinsten Goldtheilchen zu gewinnen, ist eine Amalgamation des gewaschenen Sandes das zweckmäßigste Mittel, das inzwischen selten in Ausübung gebracht wird. In Ungarn geben sich besonders die Zigeuner mit dem Verwaschen des Goldsandes ab, wobei sie sich eines langen, mit 24 querlaufenden vertieften Rillen versehenen Brettes bedienen. Sie legen dies Brett etwas geneigt hin, und füllen den zu verwaschenden Sand in die erste Rille, gießen nun Wasser darauf, und spülen so den Sand von einer Rille in die andere, wobei sich das Gold am Grunde dieser Vertiefungen ansammelt. Hat sich nach längerer Zeit eine gewisse Menge Gold, noch mit vielem Sande untermengt, angesammelt, so bringen sie es in eine flache hölzerne Mulde, geben Wasser darauf, und setzen dieses mit der Hand in eine wirbelnde Bewegung, wo sich dann die Gold- und Sandkörnchen von einander sondern, und die letztern sich zu oberst ansammeln, und von dem darunter liegenden Golde abgenommen werden.

Durch so einfache Mittel kann das auf Gängen, gewöhnlich in Gangart oder andern Erzen eingesprengt vorkommende Gold nicht ausgebracht werden; daher die Produktionskosten, abgesehen von dem erforderlichen Bergbau, schon größer werden. Das einfachste, wiewohl nicht das ergiebigste Mittel besteht darin, die goldhaltigen Kiese oder Gangmassen unter Pochwerken zu zerstampfen, und nun zu verwaschen. Kiese werden am besten durch Verwittern an der Luft, oder durch Rösten aufgelockert, dann fein gemahlen, und endlich dem Waschprozeß unterworfen.

Eine zweite Methode, die sogenannte Einträn̈karbeit, besteht darin, die goldhaltigen Erze zuerst zu rösten, sie dann auf Rohstein zu verschmelzen, diesen abermals zu rösten, und nun mit Zusatz von Blei oder Glätte nochmals einzuschmelzen, wodurch ein goldhaltiges Blei gewonnen wird, welches der Treibarbeit unterworfen, das Gold auf dem Heerde zurücklässt. Sind die Golderze sehr reich, so schmilzt man sie ohne vorherige Röstung sogleich mit Blei ein, was zwar bequemer, aber weniger ökonomisch ist. Ist ferner das Erz sehr kupferhaltig, oder ll aus Kupfererzen ein geringer Goldgehalt zu Gute gebracht werden, so könnte man auf den ersten Blick die Saigerarbeit, die bei silberhaltigem Kupfer so gute Dienste leistet, für angemessen halten. Mehrfache Erfahrungen aber haben gezeigt, daß beim Absaigern das Blei nur einen

Digitized by Google

Theil des Goldes mit sich führt, und daß ein guter Theil des letzteren mit dem Kupfer zurückbleibt.

Es ist daher in diesem Falle die dritte, und zwar die überall ergiebigste Methode der Amalgamation vorzuziehen, welche in dem Artikel „Silber“ ausführlich beschrieben ist, und daher hier übergangen werden kann; nur ist zu erwähnen, daß bei reichen Erzen, zumal solchen, wo das Gold nur in einer quarzigen oder sonst einer erdigen Gangart eingesprengt ist, die vorbereitenden Arbeiten, namentlich die Röstung, ganz wegfallen, und das gehörig fein gepochte Erz sofort der Behandlung mit Quecksilber unterworfen werden kann. Arme Erze dagegen, in welchen sehr wenig Gold in einer verhältnißmäßig großen Masse Schwefeleisen oder Schwefelkupfer vertheilt ist, bedürfen einer vorhergehenden Röstung, wodurch die zarten Goldtheilchen mehr bloßgelegt werden, und bei dem Schütteln mit Quecksilber in ihrer ganzen Menge, so unbedeutend diese auch sein mag, aufgelöst werden.

Das Waschgold ist in der Regel, wie schon oben erwähnt, sehr rein, und kann unmittelbar zu allen beliebigen Zwecken verwendet werden, während das durch Schmelzprozesse oder Amalgamation gewonnene Gold nicht immer hinlänglich rein gefunden wird. So ist das durch die Treibarbeit erhaltene Gold zwar rein von Blei und Kupfer, allein es kann Silber und auch wohl Zinn enthalten. Dieses letztere ertheilt dem Golde eine bei fast allen Anwendungen ganz unzulässige Härte und Sprödigkeit, und zwar in so auffallendem Grade, daß ein Stück Gold, einige Zeit über rothglühend schmelzendem Zinn aufgehängt, ohne dieses zu berühren, schon spröde wird. Dasselbe bewirkt, und zwar noch rascher, Antimon. Schon $\frac{1}{2000}$ Antimon, Wismuth oder Blei zerstört die Dehnbarkeit des Goldes vollständig, daher man sich besonders vor diesen Metallen sehr zu hüten hat. Antimon und Blei lassen sich inzwischen durch Kupellation, d. h. durch Oxydation an der Luft vollständig abscheiden, nicht so Zinn, dessen Trennung am besten durch Quecksilbersublimat oder Salpeter bewerkstelligt wird. Wenn man nämlich in die schmelzende Legirung etwas Quecksilbersublimat schüttet, so tritt das Chlor desselben mit dem Zinn zu sich verflüchtigendem Chlorzinn zusammen, während sich das Quecksilber ebenfalls verflüchtigt. Wendet man dagegen Salpeter an, so oxydirt sich das Zinn, und tritt mit dem Kali zu zinnsaurem Kali zusammen, das sich als Schlacke von dem Golde trennt.

Das durch Amalgamation dargestellte Gold enthält gewöhnlich nur Silber, dessen Scheidung vom Golde auf verschiedenen Wegen bewerkstelligt werden kann. Gewöhnlich behandelt man die Legirung mit Salpeter- oder Schwefelsäure, in welcher sich das Silber auflöst, während das Gold zurückbleibt. Wenn diese Methode, die bei Anwendung von Salpetersäure den alterthümlichen Namen der Scheidung durch die Quart führt, im Großen mit Vortheil betrieben werden soll, so sind verschiedene Vorsichtsmaßregeln unerläßlich. Dahin gehört zuerst, daß die Legirung mindestens zwei Drittel, oder noch besser drei Viertel ihres Gewichts Silber enthalte, weil sonst das Silber, durch das sich nicht mit auflösende Gold gewissermassen umhüllt, und so theilweise vor der Auflösung geschützt wird. Man muß sich daher erst durch vorläufige Versuche im Kleinen überzeugen, ob auch die nöthige Menge Silber vorhanden, und im entgegengesetzten Fall das fehlende hinzuschmelzen. Bei dem so niedrigen Preise der Schwefelsäure ist diese gegenwärtig, zumal bei dem eigentlichen fabrikmäßigen Affiniren des Goldes im Großen, nur noch allein gebräuchlich. Im Kleinen dagegen, wo die Kosten weniger in Betracht kommen, ist Salpetersäure insofern bequemer, weil sie rascher, und selbst ohne Anwendung von künstlicher Wärme wirkt, während Schwefelsäure nur bei erhöhter Temperatur das Silber angreift.

Hat man also das Gold in dem gehörigen Verhältniß mit Silber

Digitized by Google

legirt, so walzt man es zu dünnen Blechen aus, übergießt diese mit etwa der dreifachen Menge Schwefelsäure, gibt, wenn nichts sich mehr aufzulösen scheint, die Lösung ab, und ersetzt sie durch frische Säure, die man so lange mit dem Golde erhitzt, bis sich nichts mehr auflöst. Endlich wird das Gold vollständig ausgewaschen und zusammengeschmolzen. Das in der Schwefelsäure aufgelöste Silber wird nachher am besten durch Digestion der Lösung mit Kupferblechen niedergeschlagen. Ausführlicher handelt hierüber Artikel „Goldscheidung."

Das Verhältniß im Werthe zwischen Gold und Silber ist keineswegs konstant, sondern unterliegt beständigen kleinen Schwankungen, so wie auch der Werth dieser Metalle überhaupt in Vergleich zu anderen Gegenständen der Nothdurft und Bequemlichkeit, einer allmähligen Aenderung, und zwar einer Abnahme unterworfen ist, was sich sehr einfach aus dem Umstande erklärt, daß die absolute Menge der in Handel und Wandel übergehenden edlen Metalle durch den jährlichen so großen Zuwachs, und den verhältnißmäßig sehr unbedeutenden Abgang in stetem Zunehmen begriffen ist, so daß gegenwärtig viel mehr Gold und Silber erfordert wird, um irgend andere Gegenstände einzutauschen, als früher, besonders vor der Entdeckung von Amerika. Seit diesem Zeitpunkte sind viele, früher in starkem Betrieb gewesene Gold- und Silbergruben des Kontinentes eingegangen, nicht aber, weil die Gänge oder der goldführende Sand nicht mehr so ergiebig wären, wie früher, sondern weil der verminderte Werth der Produkte nicht mehr die Produktionskosten deckt.

In dem 3. Bande des Mining Journal, pag. 331, befindet sich eine sehr interessante Zusammenstellung der Produktion von Gold und Silber, aus welcher hier einige Zahlenwerthe hervorgehoben werden mögen: Es heißt hier, in den 40 Jahren von 1790 bis 1830 hat Mexiko für den Werth von 6436453 Lstr. Gold, und für 139818032 Lstr. Silber produzirt; Chili für 2768488 Lstr. Gold, und für 1822924 Lstr. Silber; Buenos-Ayres für 4024895 Lstr. Gold, und für 27182673 Lstr. Silber; also in Summa für 1880 Millionen Lstr. edle Metalle, mithin jährlich für 47 Millionen.

Den Antheil, welchen Amerika an der gesammten Produktion von Gold genommen hat, ersieht man aus der folgenden Tabelle über die ungefähre jährliche Goldproduktion der wichtigsten europäischen und außereuropäischen Bergwerke und Goldwäschen innerhalb des Zeitraumes von 1790 bis 1802.

Alter Continent.	Pfd. Avoird.
1. Asien:	
Sibirien	3740
2. Afrika	3300
3. Europa:	
Ungarn	1430
Salzburg	165
Oesterreich	
Der Harz und Hessen . . .	
Sachsen	
Norwegen	165
Schweden	
Frankreich	
Spanien	
Summa des alten Continents	8800
Neuer Continent.	
Nordamerika	2860
Südamerika:	
Spanische Besitzungen. . . .	22000
Brasilien	15400
Summa des neuen Continents.	40260

Digitized by Google

Man ersieht also, daß Amerika vier und ein halb Mal so viel Gold geliefert hat, als die übrigen Welttheile zusammengenommen. Beim Silber stellt sich das Verhältniß gar wie 12 : 1. Die Gesammt-Silberproduktion hat sich zu der Goldproduktion verhalten wie 55 : 1, ein Verhältniß, das sehr bedeutend von dem verhältnißmäßigen Werth dieser Metalle abweicht, denn dieses ist, in Europa wenigstens, 15 : 1. Die Ursache dieses auf den ersten Blick unerwarteten Unterschiedes kann hier nicht ausführlich erortert werden; hauptsächlich liegt sie darin, daß das Gold seiner Seltenheit und seines hohen Preises wegen zu tausend Zwecken des gemeinen Lebens ungleich weniger verwendet wird, als das viel wohlfeilere Silber, daß daher die Nachfrage nach ihm ungleich geringer ist. Würde alles Gold und Silber nur allein zu Münzen ausgeprägt, so würde sich höchst wahrscheinlich das Verhältniß von 55 : 1 ihrer Werthe herausstellen; da aber verhältnißmäßig viel mehr Silber zu anderen Zwecken, als Löffeln, Theeservicen und dergl. verbraucht wird, so stellt sich, dieses großen Verbrauches wegen, der Werth des Silbers viel hoher, als er ohne diesen Nebenverbrauch sein würde. So z. B. ist die Produktion von Wismuth und Zinn geringer, wie die des Silbers, dennoch stehen sie in weit niedrigerem Preise. Vor der Entdeckung von Amerika war der Unterschied im Werthe von Gold und Silber weniger bedeutend, als jetzt, weil seit jener Zeit verhältnißmäßig viel mehr Silber, als früher in Europa verbreitet worden ist. In Asien ist das Werthverhältniß gegenwärtig ungefähr 11 oder 12 : 1, weil hier eine größere Menge Gold im Verhältniß zum Silber gewonnen wird, als in Europa und Amerika.

In den letzten Jahren hat sich die jährliche Goldproduktion etwa folgendermaßen gestellt:

Ehemalige spanische Colonien in Amerika . . .	10400	Kilogramm.
Brasilien	600	„
Europa und das asiatische Rußland	6200	„
Der indische Archipel	4700	„
Afrika	14000	„
Summa . .	35900	„

oder 79231 Pfd. Avoirdp. = 76754 Pfd. Preuß.,

wobei die bedeutende Menge von Gold, die man gegenwärtig aus allem Silber gewinnt, nicht mitgerechnet ist.

Das Gold hat sehr geringe Verwandtschaft zum Sauerstoff, und oxydirt sich im isolirten Zustande bei keinem Hitzgrade, selbst bei völlig freiem Luftzutritt; der purpurfarbige Rauch, in welchen sich ein Goldblättchen durch einen heftigen elektrischen Schlag verwandelt, ist kein Goldoxyd, denn er entsteht auch in ganz reinem Wasserstoffgas. Auf Umwegen aber kann Gold allerdings mit Sauerstoff vereinigt werden, und bildet so zwei verschiedene Oxydationsstufen, deren eine, Goldoxydul, entsteht, wenn man eine Auflösung von Goldchlorür in der Kälte mit Kali versetzt, und ein grünes Pulver bildet, das aber sehr leicht, selbst schon in der Flüssigkeit, in welcher es gefällt wurde, in metallisches Gold und Goldoxyd zerfällt. Es besteht in 100 Theilen aus 96,13 Gold und 3,87 Sauerstoff.

Die zweite Oxydationsstufe, das Goldoxyd, wird erhalten, wenn man die gewöhnliche Goldsolution, Goldchlorid, mit gebrannter Magnesia versetzt, den Niederschlag so lange auswäscht, bis das Wasser ungefärbt abläuft, und den Niederschlag mit starker Salpetersäure digerirt, um die etwa beigemengte Bittererde aufzulosen. Das Goldoxyd bleibt dann in Gestalt eines braunen Pulvers zurück. Es besteht aus 89,23 Gold, und 10,77 Sauerstoff.

Die Anwendungen des Goldes sind zu bekannt, als daß sie einer besonderen Erorterung bedürften; das Mechanische der Goldverarbeitung aber schlägt mehr in eigentlichen Handwerksbetrieb, und kann hier nicht

Digitized by Google

aufgenommen werden. Dagegen verdienen zwei spezielle Branchen der Goldverwendung, die selbst fabrikmäßig betrieben werden, eine nähere Beschreibung, das Goldschlagen nämlich und die verschiedenen Arten des Vergoldens.

Goldschlägerei; die Kunst, das Gold durch anhaltendes Bearbeiten mit dem Hammer in außerordentlich dünne Blättchen zu verwandeln. Schon die Römer pflegten die Decken und Wände zu vergolden, und Plinius berichtet, daß aus einem Goldblech von 4 Finger Breite und Länge und 2 Loth Gewicht, etwa 600 Blätter von derselben Größe gehämmert wurden, deren Dicke also ungefähr $^1/_{100000}$ Zoll betrug. Gegenwärtig versteht man es, das Gold noch 2 bis 3 Mal dünner zu schlagen.

Das Gold muß zu dieser Arbeit vom höchsten Feingehalt sein, weil es durch alle Beimischungen anderer Metalle, wiewohl in verschiedenem Grade, an Weichheit und Dehnbarkeit verliert, so daß Versuche, das Gold zu verfälschen, hier sehr übel angebracht sein würden, in sofern das Blattgold nicht dem Gewichte, sondern der Fläche nach verkauft wird, ein legirtes Gold aber sich bei weitem nicht zu einer so großen Fläche ausbämmern läßt, als reines. Die Goldschlägerei zerfällt in 4 Hauptoperationen: das Gießen, Schmieden, Walzen und Schlagen.

1. Das Gießen. Man schmilzt das Gold in einem Tiegel mit etwas Borax, und gießt es in einen vorher angewärmten und mit Talg ausgestrichenen Einguß. Nach dem Erkalten wird der Zain ausgehoben, und in heißer Asche ausgeglüht, theils um das Fett zu verbrennen, theils um das Gold recht weich zu machen. Ein solcher Zain wiegt etwa 4 Lth., und hält $^3/_4$ Zoll in der Breite. Der Einguß, von Gußeisen, ist an seiner inneren Grundfläche etwas konkav, um die Zusammenziehung des Metalles beim Erkalten, die in der Mitte stärker ist, als am Rande zu kompensiren, und dem Zain eine möglichst gradflächige Gestalt zu geben.

2. Das Schmieden geschieht in Frankreich auf einem 4 Zoll langen und 3 Zoll breiten stählernen Ambos, mittelst eines 3 Pfd. schweren Hammers, dessen Bahn $2^1/_2$ Zoll im Quadrat hält, und der an der oberen Seite in eine abgerundet keilförmige Pinne ausläuft. Der Stiel ist 6 Zoll lang. Unter diesem Hammer nun wird der Zain, unter jeweiligem Ausglühen, wenn das Gold zu hart wird, bis zur Dicke von $^1/_4$ Zoll ausgeschmiedet. In England ist dieses Ausschmieden nicht üblich, sondern der gegossene Zain kommt unmittelbar in das Walzwerk.

3. Das Auswalzen. Geschieht zwischen stählernen Walzen, die sehr genau gearbeitet, vollkommen zylindrisch, aufs schönste polirt und dabei von hinlänglicher Dicke und Stärke sein müssen, um sich nicht im Geringsten biegen zu können, weil die gute Beschaffenheit des fertigen Blattgoldes sehr wesentlich von der ganz gleichmäßigen Dicke des ausgewalzten Blechstreifens abhängt. Die Einrichtung eines für diesen Zweck sehr brauchbaren Walzwerkes ist in dem Artikel „Münze" nachzusehen. Auch während des Auswalzens ist häufiges Ausglühen unerläßlich, und der Arbeiter fährt mit dieser Arbeit so lange fort, bis die Dicke des Goldes so weit reduzirt ist, daß der Quadratzoll $6^1/_2$ Grau wiegt. (Die Dicke ist dann, $^1/_{50}$ Zoll oder $^1/_2$ Linie.)

4. Das Schlagen. Diese Hauptoperation, die bei weitem die meiste Zeit und Arbeit in Anspruch nimmt, bedarf einer etwas ausführlicheren Beschreibung. Zuerst wird der fertig ausgewalzte Goldstreif mittelst einer Scheere in genau gleich große Stücke von 1 Zoll im Quadrat zerschnitten, und diese nun abwechselnd mit Kalbs-Pergament in der Zahl von etwa 500 Stück auf einander gelegt. Ein solches Packet nennt man eine Form. Die Pergamentstücke sind ebenfalls quadratisch, aber von 4 Zoll Seite, und werden, die Goldbleche genau in der Mitte, auf einander gestapelt, nur an jedem Ende der Form kommen 20 Pergamente, ohne zwischenliegendes Gold, um die Goldblättchen von der unmittelbaren Einwirkung der Hammerschläge zu schützen. Das Ganze wird

Digitized by Google

nun mittelst zweier starker, ringförmig zusammengeleimter Pergamentstreifen vereinigt, die man kreuzweise darüber schiebt, und welche mithin die Form an allen 4 Seiten bedecken. Auf diese Art erlangt die Form den nöthigen festen Zusammenhalt, um durch das nun folgende Schlagen mit dem 15 bis 16 Pfd. schweren Hammer, dessen kreisrunde, wenig konvere Bahn etwa 4 Zoll im Durchmesser hält, sich nicht zu verschieben. Als Unterlage dient hierbei ein etwa 9 Zoll im Quadrat haltender schwerer Marmorblock, der an drei Seiten mit Holz bekleidet, an dessen vierter, dem Arbeiter zugekehrten Seite dagegen ein ledernes Schurzfell befestigt ist, das der Arbeiter auf den Schoß nimmt, um alles etwa aus der Form fallende Gold aufzufangen. Der Marmorblock selbst ruht auf einer niedrigen sehr starken Bank, oder wird auch wohl, wenn er die nöthige Länge besitzt, in die Erde eingegraben.

Das Schlagen mit dem schweren, kurzgestielten Hammer wird mit einer Hand vollführt, während mit der anderen die Form nicht nur häufig gedreht, sondern auch von einer Seite auf die andere gewendet wird, damit sie an beiden Seiten ganz gleiche Bearbeitung erfährt. Von Zeit zu Zeit wird auch die Form etwas hin- und hergebogen, oder zwischen den Händen gerollt, um die Blätter, die sich durch das erhaltene Schlagen gern aneinanderhängen, zu lösen, und dadurch das Ausrecken der Goldblättchen zu befördern, ja mitunter auch wohl auseinander genommen, um die Lage der Goldblättchen zu untersuchen, und falls sie sich verschoben haben sollten, sie wieder an ihre richtige Stelle zu bringen. Wenn nun nach längerem Schlagen die Goldblätter fast zur Größe der Pergamente angewachsen sind, so werden sie herausgenommen, und mit einem Messer in vier Theile zerschnitten, so daß sie ungefähr die anfängliche Größe wieder erlangen; sodann auf ganz ähnliche Art, wie vorher, nur mit dem Unterschiede, daß jetzt statt des Pergamentes Blätter von Goldschlägerhäutchen eingelegt werden, wieder zu einer Form vereinigt. Das nun folgende zweite Schlagen geschieht mit einem etwas kleineren, 10pfündigen Hammer, und dauert wieder so lange, bis die Goldblätter die Größe der Goldschlägerhäutchen erlangt haben. Das öftere Biegen und Rollen der Form ist bei dieser zweiten Bearbeitung noch weit nothwendiger als bei der ersten, weil die Goldblättchen schon so dünn werden, daß sie sich gar leicht festsetzen, und dann bei der Unmöglichkeit, sich dem Umfange nach auszudehnen, Falten und Fehlstellen bekommen. Nach beendigtem zweitem Schlagen werden die Goldblättchen einzeln auf einem ledernen Kissen durch Aufdrücken zweier sehr scharfkantig zugeschnittenen, und in Gestalt eines Kreuzes auf einem Brettchen befestigten Stücke Rohr in vier gleiche Theile abgetheilt, die nun abermals in einer Hautform, d. h. zwischen Goldschlägerhäutchen eingelegt, geschlagen werden, bis sie sich wieder zu Blättchen von 3 bis $3^1/_2$ Zoll Größe ausgedehnt haben, und nun zum Verkaufe fertig sind. Die Gesammtfläche der so erhaltenen Blättchen ist 192mal größer, als sie vor dem Schlagen war, und da diese ursprünglich 1 Quadratzoll betrug, und ihrer 75 auf die Unze gingen, (denn $6^1/_2 \times 75 = 487^1/_2$, ist sehr nahe 1 Unze von 480 Gran), so liefert die Unze Gold eine Fläche von $75 \times 192 = 14400$ Quadratzoll, oder 100 Quadratfuß, und die Dicke beträgt so $^1/_{1\,400\,000}$ Zoll. Dies ist nun zwar keineswegs der höchstmögliche Grad von Verdünnung, denn 1 Unze Gold läßt sich recht gut zu einer Fläche von 160 Quadratfuß ausarbeiten, allein es werden dann so viele Blätter beschädigt, und die Ausbeute an brauchbarem Blattgold wird so gering, auch muß bei diesen höchsten Graden der Feinheit so große Mühe und Vorsicht auf die Arbeit verwendet werden, daß die kleine Ersparung an Gold dagegen nicht in Betracht kommt. Die Vergolder nehmen auch lieber etwas stärkeres Blattgold, weil das so gar feine sich nicht gut bearbeitet, und zu wenig dauerhafte Vergoldungen liefert.

Die fertigen Blättchen werden nun in kleine Bücher von sehr glattem

Digitized by Google

Papier eingelegt, das mit etwas Röthel oder Bolus eingerieben wird, um das Anhängen des Goldes zu verhindern. Zuvor jedoch nimmt man sie einzeln mit einer ganz feinen Zange aus den Formen heraus, breitet sie auf einem lederuen Kissen aus, sucht sie durch sanftes Blasen recht flach auzudrücken, und gibt ihuen auf die oben angegebene Art mittelst eines aus scharfkantigen Rohrstücken gebildeten Werkzeuges, welche ersteren in Form eines Rahmens auf einem Brett aufgeleimt sind, die verkaufliche Große und Gestalt. In jedes Buch werden gewöhnlich 25 Goldblättchen eingelegt.

Von dem bisher beschriebenen in England üblichen Verfahren ist das franzesische in einigen Punkten abweichend, die wir nachträglich noch erwahnen: Die zum Schlagen bestimmten Bleche werden aus den 1 Zoll breiten ausgewalzten Streifen in der Länge von $1^1/_2$ Zoll geschnitten, und Quartiere genannt. Von diesen legt man 24 Stück genau auf einander, wo sie dann, da die Dicke der einzelnen Bleche $^1/_2$ Linie betragt, zusammen einen Stapel von 1 Zoll Hohe bilden, der nun auf dem stählernen Ambos mit der runden Fiune des Hammers in der Art bearbeitet wird, daß die Bleche eine quadratische Gestalt erhalten. Der Arbeiter fangt hiebei damit an, zuvorderst die Längenseiten des Blechstapels auszuhämmern, wendet dabei die Bleche bald auf diese, bald auf jene Seite, und rückt dabei allmahlig der Mitte zu, bis endlich überall gleiche Dicke hervorgekommen ist; dasselbe wird dann nochmals und so lange wiederholt, bis endlich sammtliche Bleche bis auf die Dicke eines mäßig starken Papieres und zur Große von 2 Zoll im Quadrat ausgedehnt sind. Von diesen Blechen werden 56 Stück auf die oben beschriebene Art mit Pergament zu einer Form, caucher, zusammengepackt, wobei ebenfalls unten und oben eine Anzahl leerer Pergamente (emplures) zu liegen kommen.

Der erste, vorhin erwähnte Schmiedehammer hat eine runde, wenig konvere Bahn von 5 Zoll Durchmesser, lauft nach dem entgegengesetzten Ende in eine abgerundete Spitze aus, und hat im Allgemeinen die Gestalt einer 6 Zoll hohen Pyramide, und ein Gewicht von 14 bis 15 Pfund. Außer diesem dienen zum Schlagen noch drei besondere Hämmer: 1) ein 6 bis 7 Pfd. schwerer, mit 4zolliger Bahn, die etwas mehr konver als jene des Schmiedehammers. Mit ihm wird das Schlagen der Pergamentform vollführt; 2) der Streckhammer (marteau à chasser) mit noch mehr konverer 2zolliger Bahn und von 4 bis 5 Pfd. Gewicht endlich 3) der Dünnschlaghammer von 12 bis 13 Pfd. und 4zolliger, ziemlich stark konverer Bahn, welcher zuletzt zur Anwendung kommt, Das Schlagen selbst stimmt mit dem oben beschriebenen englischen ganz überein, nur daß man das Pergament mittelst eines Hasenfußes mit feingesiebtem gebranntem Gyps einreibt.

Die Goldschlägerhaut, um dies beiläufig mit anzuführen, wird aus der äußeren feinen Haut des Blinddarmes der Ochsen dargestellt, welche man folgendermaßen behandelt: Nachdem dieses Häutchen mit der erforderlichen Geschicklichkeit, um dem Zerreißen vorzubeugen, von den übrigen Häuten des Blinddarmes abgezogen worden, legt man es zwischen zwei Blätter weißes Papier, schichtet mehrere solche Lagen aufeinander, und bearbeitet das Ganze mit einem Hammer, wodurch die Feuchtigkeit und die fettigen Theile ausgequetscht werden, und sich in das Papier einziehen. Ist dies geschehen, so leimt man sie ausgespannt in einen Rahmen, trocknet sie, und bestreicht sie mit einer Hausenblasenlosung in Wein, die mit Zimmt, Muskatnuß und anderen Riechstoffen parfumirt wird, läßt trocknen, und wiederholt den Anstrich nochmals. Die wieder völlig trocknen Häutchen werden nun aus dem Rahmen genommen, beschnitten, und unter einer Presse aufbewahrt.

Sowohl das Pergament als auch die Goldschlägerhäutchen werden nach längerem Gebrauch so hart und brüchig, daß sie zerreißen würden,

Digitized by Google

wenn man ihnen nicht durch eine besondere Behandlung ihre frühere Weichheit wieder ertheilte. Diese Behandlung besteht darin: daß man sie Blatt für Blatt zwischen weißes Papier legt, dieses mit Essig oder mit weißem Wein anfeuchtet, und so 3 bis 4 Stunden mit einem Brett und Gewichten beschwert liegen läßt. Wenn sie hiedurch die nöthige Feuchtigkeit angezogen haben, legt man sie zwischen Pergamentstücke von 1 Fuß im Quadrat, und hämmert sie einen ganzen Tag lang.

Da die Goldschlägerhäutchen sehr hygroskopisch sind, oder an der Luft Feuchtigkeit anziehen, so ist es nöthig, sie vor jedesmaligem Gebrauch zu trocknen.

Vergolden.

Der Zweck, irgend beliebige Körper mit einem feinen Goldüberzug zu versehen, kann auf sehr verschiedene Art erreicht werden, daher es denn auch der Vergoldungen sehr mannigfaltige Arten gibt, die sich sowohl in den Mitteln, um das Gold auf der Oberfläche des Körpers haften zu machen, als auch in ihrer Dauerhaftigkeit ungemein von einander unterscheiden. Je nachdem die Vergoldung auf mechanischen oder chemischen Verfahrungsarten beruhet, kann die chemische Vergoldung von der mechanischen unterschieden werden. Diese letztere kommt im Allgemeinen darauf hinaus, das Gold in Gestalt von feinen Blättchen oder als Pulver auf der Oberfläche des Körpers, gewöhnlich durch klebende Mittel zu befestigen. — Von dieser Art ist die Vergoldung auf Holz, Gyps, Pappe, Leder und dergl. nicht metallischen Substanzen, während die Metallvergoldung meist chemischer Art ist. Da in keinem Lande die Vergolderkunst auf einen solchen Grad von Vollendung gebracht ist, wie in Frankreich, und hier namentlich in Paris, so werden die folgenden Beschreibungen vorzüglich die in Paris üblichen Verfahrungsarten zu berücksichtigen haben.

I. Mechanische Vergoldung.

Diese unterscheidet sich wieder je nach der Natur des angewendeten Bindemittels, welches in Oel, Leim, Eiweiß und dergl. bestehen kann. Wir machen mit der Vergoldung in Oel den Anfang.

1. Das zu vergoldende Stück erhält einen dünnen Ueberzug von einer Art weißer Oelfarbe, d. h. mit Bleiweiß angeriebenem Leinölfirniß und ein wenig Terpenthinöl.

2. Es werden nun drei oder vier Anstriche mit einer aus geglühtem Bleiweiß und ungekochtem Leinöl nebst etwas Terpenthinöl sehr sorgfältig angeriebenen Farbe gegeben. Alle diese Anstriche müssen sehr gleichmäßig und ziemlich dünn aufgetragen, und besonders an allen vorspringenden und den am meisten in die Augen fallenden Theilen sehr sorgfältig ausgeführt werden.

3. Nunmehr folgt der eigentliche Oelgrund, wozu man sich am liebsten des klebrigen Bodensatzes bedient, der sich in den Töpfchen ansammelt, in welchen die Oelmaler ihre Pinsel ausspülen. Man reibt ihn mit Oel an, drückt ihn durch feines Leinen, und trägt ihn an den zu vergoldenden Stellen ganz dünn auf.

4. Wenn nun dieser Grund ziemlich getrocknet ist, und beim Berühren mit der Oberfläche der Hand nur noch einen gewissen Grad von Klebrigkeit zeigt, so kann die Vergoldung vor sich gehen. Zu diesem Ende wird das Blattgold auf einem ledernen Kissen ausgebreitet, nöthigenfalls mit einem Messer vorsichtig in kleinere Stücke zertheilt, diese mittelst desselben Messers auf die grundirte Fläche aufgelegt, und mit Baumwolle oder bei feinen Verzierungen mit einem Pinsel angedrückt.

Oelvergoldungen an Gegenständen, die im Freien sich befinden, z. B. an Balkons, Geländern, Statuen u. dergl. erhalten keinen weiteren Ueberzug von Firniß, weil dieser im Freien nicht gut steht, denn wenn eine gefirnißte Vergoldung durch anhaltenden Regen durchnäßt ist, und demnächst die Sonne darauf scheint, so erhält sie ein rauhes, unange-

Digitized by Google

nehmes Anſehen. Gegenſtände im Inneren der Häuſer dagegen überzieht man am beſten zuerſt mit Weingeiſtfirniß, ſchmilzt dieſen durch nahes Darüberhalten einer heißen Platte, und gibt endlich einen Ueberzug von Leinölfirniß. Dieſe Behandlung mit der heißen Platte erfordert übrigens einige Uebung, indem die Erhitzung nur gerade ſo weit gehen darf, wie nöthig iſt, den Firniß zu ſchmelzen, denn bewegt der Arbeiter die Platte zu raſch vor der vergoldeten Fläche hinweg, ſo bleibt der Firniß theilweiſe ganz unverändert, rückt er dagegen zu langſam fort, ſo entſteht gar leicht ein ſchaumiges Blaſenwerfen. Der Zweck dieſer Prozedur beſteht darin, den Firniß vollkommen auszutrocknen, namentlich alle etwa eingeſchloſſenen waſſrigen Theile, welche die Durchſichtigkeit beeinträchtigen, zu entfernen, um hiedurch der Vergoldung den höchſten Glanz zu verleihen.

Zu gewiſſen Zwecken, z. B. zu Verzierungen an Wägen, Spiegelrahmen und anderen Möbeln ertheilt man der Oelvergoldung noch einen polirten Firnißüberzug, in welchem Fall das ganze Verfahren einigen Modifikationen unterliegt. Nämlich:

1) Bleiweiß, halb ſo viel gelber Ocher und ein wenig Bleiglätte werden, jedes für ſich, ſehr fein gerieben, das Ganze mit Leinöl angemacht, mit etwas Terpenthinöl verdünnt, und möglichſt gleichmäßig angeſtrichen.

2) Iſt dieſer Anſtrich völlig trocken, ſo trägt man von der ſchon oben angegebenen zweiten Farbe ſo viele, ſelbſt 10 oder 12 Lagen auf, bis die Oberfläche nichts mehr von den Poren oder ſonſtigen Unebenheiten der Unterlage zeigt. Täglich kann nur ein Anſtrich gegeben werden, den man dann in einem geheizten Zimmer, oder im warmen Sonnenſchein austrocknen läßt.

3) Wenn auch dieſer Ueberzug vollkommen trocken iſt, ſo ſchleift man ihn zuerſt mit Bimsſtein und Waſſer, dann mit einem wollenen Läppchen und ſehr fein pulveriſirtem Bimsſtein, bis eine ganz gleichförmige und glatte, aber glanzloſe Fläche erzielt iſt.

4) Hierauf gibt man mit einem Pinſel von Kamelhaar mindeſtens vier bis fünf, oft aber ſelbſt acht bis zehn Anſtriche von recht gutem Lackfirniß, wobei das Arbeitsſtück mäßig erwarmt werden kann.

5) Iſt auch dieſer Firniß trocken, ſo werden die größeren Felder mit Schachtelhalm, darauf mit Zinnaſche, Tripel und Waſſer mittelſt eines wollenen Läppchens gerieben, bis der Firniß eine völlig glatte Oberfläche angenommen hat, und wie ein Spiegel glanzt.

6) Nunmehr bringt man das Arbeitsſtück in ein recht warmes, ſtaubfreies Zimmer, und beſtreicht die polirte Firnißfläche ſehr ſanft und vorſichtig, und möglichſt dünn mit dem oben erwähnten Oelgrund, läßt dieſen ſo weit trocknen, bis er beim Berühren mit der Oberfläche der Hand nur noch geringe Klebrigkeit zeigt, und

7) ſchreitet nun zum Vergolden auf die gewöhnliche Art.

8) Nach dem Auftragen des Goldes ſtreicht man die Fläche mit einem recht weichen drei Fingern breiten Pinſel, und läßt nun etwa 3 Tage lang trocknen.

9) Hierauf wird ein Ueberzug von Weingeiſtfirniß gegeben, und dieſer nach dem Trocknen auf die oben beſchriebenen Art mit der heißen Platte angeſchmolzen;

10) ſodann, in Zeiträumen von je zwei Tagen mit zwei oder drei Anſtrichen von fettem Kopalfirniß überzogen, und

11) endlich die größeren Flächen mittelſt eines wollenen Läppchens mit Tripel und Waſſer polirt und zu allerletzt, um den höchſten Glanz herauszubringen, mit der flachen Hand und ein wenig Baumöl ſorgfältig, und mit der Vorſicht abgerieben, daß ſich nichts von dem Golde wieder ablöſt.

Waſſervergoldung.

Das franzöſiche Verfahren iſt ungemein weitläufig, und beſteht in 17

Digitized by Google

auf einander folgenden Operationen, deren jede doch als ganz wesentlich bezeichnet wird.

1) Der Leimüberzug. Man nimmt eine Abkochung von Wermuth und Knoblauch in Wasser, seihet sie und gibt ein wenig Salz und Essig hinzu. Diese Komposition, die den Wurmfraß im Holze verhindern soll, wird mit einer gleichen Menge recht konsistenter Leimauflösung gemischt und warm mit einem Borstenpinsel auf die zu vergoldende Fläche aufgetragen. Bei Gyps oder Marmor muß das Salz aus jener Komposition wegbleiben, weil es leicht Feuchtigkeit anzieht und demnächst als ein weißer Beschlag auf der Vergoldung auswittert. Bei Holz ist es unerläßlich. Ist der erste Leimanstrich trocken, so gibt man einen zweiten noch stärkeren.

2) Weißer Kreidegrund. Besteht darin, daß man die Leimoberfläche mit 8, 10 oder 14 Lagen von geschlämmter Kreide und Leim mit der Vorsicht überzieht, daß sich allemal die nächstfolgende mit der vorhergehenden gehörig inkorporirt, damit nicht später die einzelnen Lagen sich von einander abschilfern.

3) Alle noch vorhandenen Poren und Vertiefungen werden mit einem dicken Brei von Kreide und Leim ausgefüllt.

4) Poliren mit Bimsstein und sehr kaltem Wasser.

5) Reparatur etwaiger Fehlstellen, wobei ein tüchtiger Arbeiter keine Stelle des Arbeitsstücks unberücksichtigt lassen darf.

6) Abreiben mit einem leinenen Läppchen, und darauf mit einem weichen Schwamm.

7) Bearbeiten mit Schachtelhalm.

8) Gelber Anstrich. Zu dem Ende wird Ocher mit Wasser feingerieben, mit durchsichtigem, farblosem Pergamentleim angemacht, und die zu oberst sich ansammelnde dünnere, zartere Farbe mit einem recht weichen Pinsel in einer ganz schwachen Lage aufgestrichen.

9) Behandlung mit Schachtelhalm, um alle rauhen körnigen Stellen zu beseitigen.

10) Das Poliment, ein Anstrich, bestehend aus 1 Pfund amerikanischem Bolus, 4 Loth Blutstein und ebensoviel Bleiglanz. Diese Substanzen werden einzeln mit Wasser sehr fein gerieben, hierauf gemischt und mit etwa einem Eßloffel voll Baumöl abgerieben, die so erhaltene Masse (assiette) nun mit sehr reinem, vorher geseihetem weißem Pergamentleim angemacht und mit einem weichen langhaarigen Pinsel in drei Lagen aufgestrichen.

11) Jene Stellen nun, welche nachher polirt werden sollen, erhalten noch zwei Anstriche mit der zuletzt beschriebenen assiette, während dagegen die matten Stellen diese nicht bekommen, sondern statt dessen mit einem reinen Stück Leinwand abgerieben werden.

12) Das Vergolden. Um dies zu bewerkstelligen, befeuchtet man die Oberfläche mit sehr kaltem, im Sommer mit eiskaltem Wasser, wodurch sie hinreichende Klebrigkeit erlangt, um das Gold anzunehmen, und trägt nun die Goldblättchen auf, beobachtet aber dabei die Regel, allemal erst die einspringenden, tiefliegenden Stellen zu vergolden. Vor dem Auflegen eines Goldblättchens wird allemal erst mit einem Pinsel etwas Wasser auf die Stelle gebracht, weil sich durch Vermittlung desselben das Gold gleichförmiger anlegt, worauf man denn mit einem anderen trocknen Pinsel das überschüssige Wasser wieder abtupft.

13) Das Poliren geschieht mit einem glatten Blutstein.

14) Das Mattiren. Besteht darin, alle jene Stellen, die nicht glänzend erscheinen sollen, mit einem dünnen Leimanstrich zu überziehen.

15) Ausbessern aller etwa noch nicht vollständig vergoldeten Stellen.

16) Es folgt nun ein durchsichtiger gelber Ueberzug, der sehr wesentlich dazu beitragen muß, die Farbe des Goldes zu heben und zu beleben. Man nimmt dazu 4 Loth Orlean, 2 Loth Gummigut, 2 Loth Zinnober, 1 Loth Drachenblut, 4 Loth Weinsteinsalz und 18 Gran Saffran, und kocht diese Ingredienzien mit 1 Liter (ungefähr $^1/_{10}$ Quart) Wasser bei mäßigem Feuer so lange, bis die Flüssigkeit auf $^1/_4$ ihres anfänglichen Volumens einge-

Digitized by Google

dampft ist, und seihet nun das Ganze durch ein seidenes oder musselinenes Tuch. Diese gelbe Lösung wird mit einem recht weichen Pinsel in einer ganz feinen Lage über die Vergoldung gestrichen.

17) Zuletzt erhalten die matten Stellen einen nochmaligen Leimüberzug, der aber heißer wie der erste aufgestrichen werden muß, worauf die Vergoldung fertig ist.

Papier oder Pergament wird auf die ganz einfache Art vergoldet, daß man es mit Gummiwasser oder sehr reinem Stärkekleister bestreicht, es so weit trocken werden läßt, daß es nur noch etwas klebrig ist, es dann mit Blattgold belegt, und nach dem völligen Trocknen mit einem Achat polirt.

Die goldenen Titel und Verzierungen auf Büchern und Papparbeiten werden mittelst heißer messingener Formen (Stempel und Fileten), die Buchstaben mittelst gewöhnlicher Buchdruckerlettern angebracht. Man bestreicht die zu verzierende Stelle mit Eiweiß, legt, wenn dieses völlig trocken und mit Fett leicht überwischt ist, Blattgold darüber, und drückt nun die heißen Lettern mit geringer Kraft darauf. Das Gold befestigt sich hiebei auf dem durch die Wärme erweichten Eiweiß, aber auch nur an den von dem heißen Metall berührten Stellen, und kann von allen übrigen abgewischt werden, wozu der Fettanstrich beiträgt. Das Vergolden des Schnittes der Bücher geschieht, wenn sie sich nach dem Beschneiden noch in der Presse befinden, indem man die Schnittflächen mit einer Auflösung von Hausenblase in Wein bestreicht und, sobald sie fast trocken sind, das Gold auflegt. Die französischen Buchbinder grundiren den Schnitt, indem sie ihn zuerst mit Gummiwasser, und wenn dieses getrocknet, mit armenischem Bolus, gestoßenem Kandiszucker und wenig Eiweiß bestreichen, dieses völlig trocknen lassen, es hierauf mit einem nassen Läppchen nur oberflächlich anfeuchten, und sogleich das Gold darauf bringen.

Lackirungen werden zum Theil auf die Art vergoldet, daß man den noch etwas klebrigen Lacküberzug mit feinem Goldstaub bepudert, wodurch eine eigenthümliche, ganz matte, mit Farben aber sehr gut harmonirende Vergoldung bewirkt wird. Das hiezu dienende Goldpulver kann entweder durch Fällung einer gewöhnlichen Goldauflösung mittelst Eisenvitriol, oder durch gelindes Erhitzen von Goldamalgam bis zur Verflüchtigung des Quecksilbers bereitet werden.

Zu den mechanischen Vergoldungen gehört ferner das Plattiren, wobei das Gold in Gestalt eines Bleches durch bloßes anhaltendes Auswalzen auf einer Kupfer- oder Silberplatte befestigt wird. M. s. hierüber den Artikel „Plattirung."

Eisen- und Stahlarbeiten, so z. B. Säbelklingen, erhalten die nöthigen Vergoldungen durch eine Art Plattirung mit Blattgold. Die zu vergoldende Stelle wird sehr rein metallisch hergestellt, bis zu dem Punkte erhitzt, daß sie anfängt farbig anzulaufen, und nun ein Stück Blattgold aufgelegt und mit dem Polirstahl bearbeitet, wo es sich dann mit dem Stahl innig verbindet, und eine ziemlich dauerhafte Vergoldung darstellt.

II. Chemische Vergoldung.

Zu den nur allein auf Metallen anwendbaren Vergoldungen auf chemischem Wege gehört zuvörderst und hauptsächlich die Vergoldung im Feuer, die im Wesentlichen darauf hinaus kommt, das zu vergoldende Metall, gewöhnlich Messing, Tombak oder Kupfer, mit Goldamalgam zu überziehen, und das Quecksilber durch Hitze zu verflüchtigen, wobei das Gold in einer mehr oder weniger dünnen Schicht auf dem Kupfer zurückbleibt. Die Art des zu vergoldenden Metalles ist keineswegs gleichgültig, besonders insofern sie auf die benöthigte Menge des Goldes von großem Einfluß ist. Reines Kupfer, desgleichen mehrere Legirungen desselben, lassen das Gold in ihre Oberfläche eindringen, verschlucken es gewissermaßen, und bedürfen daher, um einen reinen Goldüberzug zu

Digitized by Google

behalten, einer größeren Menge desselben, als andere dichtere Legirungen, die in geringerem Grade absorbirend wirken. Das zum Vergolden geeignetste Metall ist Kupfer mit ¼ Messing legirt, aber auch gewöhnliches Messing und Bronze sind sehr gut zu vergolden.

Wir werden hier das Verfahren beschreiben, wie es gegenwärtig, mit Berücksichtigung der neuern von D'Arcet eingeführten Verbesserungen, in Paris üblich ist.

Bereitung des Amalgams. Das hiezu dienende Gold muß möglichst rein, d. h. frei von anderen Metallen und, um sich mit dem Quecksilber leicht zu verbinden, zu dünnem Blech ausgewalzt sein. Die zerschnittenen Bleche werden in einem Tiegel zum anfangenden Rothglühen erhitzt, sodann die achtfache Menge Quecksilber dazu gegeben, und nun mit einer hakenförmig gebogenen dünnen Eisenstange so lange gerührt, bis sich die Goldstückchen vollständig aufgelöst haben. Sobald dieser Punkt erreicht ist, gießt man das flüssige Amalgam in eine irdene Schale mit kaltem Wasser, um es von möglichst feinem Korne zu erhalten, spült es mit reinem Wasser ab, und drückt nun so viel wie möglich das überschüssige laufende Quecksilber zwischen den Fingern heraus. Das so erhaltene Amalgam ist von der Konsistenz, daß es die Eindrücke der Finger unverändert beibehält, ist indessen für den Gebrauch noch zu quecksilberhaltig, und muß daher noch zwischen Gemsleder ausgepreßt werden, wo es dann in dem Verhältniß von 67 Gold gegen 33 Quecksilber zusammengesetzt zurückbleibt. Das ausgepreßte Quecksilber ist goldhaltig, und wird bei einer nächsten Amalgambereitung mit zugenommen.

Bereitung der nöthigen Quecksilberlösung oder des Quickwassers. 100 Theile Quecksilber werden mit 110 Theilen reiner Salpetersäure von 1,33 spez. Gew. in einem Glaskolben erwärmt, wobei sich das Quecksilber, unter Entwicklung von rothen Dämpfen salpetriger Säure, auflöst. Ist die Auflösung erfolgt, so setzt man noch die 25fache Gewichtsmenge Wasser hinzu, und bewahrt das so erhaltene Quickwasser zum Gebrauche auf.

Das Vergolden selbst zerfällt in folgende Operationen:

1. Das Ausglühen. Das fertig abgedrehte oder ciselirte Stück wird zu dem Ende zwischen glühenden Kohlen, Lohkuchen oder Torf, welche letzteren eine gleichmäßigere Hitze geben, gelegt, und ganz damit bedeckt, um so viel wie möglich vor der Luft und der Oxydation geschützt zu sein, und so allmählich unter der Vorsicht, daß die schwächeren Theile nicht heißer werden, als die stärkeren, zum Glühen gebracht. Unerläßlich ist es, dieses Ausglühen in einem finsteren Lokale vorzunehmen, weil es bei hellem Tageslichte nicht möglich ist, den richtigen Grad von Kirschrothglühhitze genau zu erkennen. Sobald dieser eingetreten ist, wird das Arbeitsstück aus dem Feuer genommen, und zum raschen Abkühlen an die Luft gestellt.

2. Das Abbrennen hat den Zweck, die beim Ausglühen entstandene dünne Oxydkruste von der Oberfläche zu entfernen. Der Arbeiter taucht in dieser Absicht das heiße Stück in sehr stark verdünnte Schwefelsäure, hält es so lange darin, bis das Oxyd sich, wenn auch nicht auflost, doch aber so weit losgegeben hat, daß es mit einer Bürste abgerieben werden kann, wäscht es dann mit reinem Wasser mehrere Male ab, und trocknet es. Da indessen durch diese Behandlung die Oberfläche noch nicht vollständig gereinigt wird, sondern in der Regel noch etwas scheckig erscheint, so taucht man das Stück auf kurze Zeit in Salpetersäure von 1,33 spez. Gew., spült es wieder mit Wasser ab und bürstet es mit einer langhaarigen Bürste. Wahrscheinlich würde diese Behandlung mit Salpetersäure erspart werden können, wenn man der Schwefelsäure Kochsalz zusetzte. Nach vollständigem Waschen wird das Stück endlich mit Lohe, Sägespänen oder Kleie völlig trocken gerieben. Die

Digitized by Google

vorher glänzende Oberfläche erscheint nach dieser Reihe von Bearbeitungen matt, was nicht nur unvermeidlich, sondern selbst vortheilhaft ist, indem an einer etwas rauhen Oberfläche die Vergoldung besser haftet, als an einer blankpolirten Metallfläche.

3. Das Auftragen des Amalgams. Da das Amalgam unmittelbar auf die Metallfläche gestrichen, nur schwierig daran haften würde, so ist es nothwendig, die Fläche vorher zu amalgamiren, und hiezu eben dient das Quickwasser, dessen Bereitung oben beschrieben ist. So wie diese Quecksilberlosung mit dem Kupfer oder der Bronze in Berührung kommt, wird sogleich Quecksilber ausgeschieden, das sich an der Metallfläche festsetzt, und demnächst das Anhaften des Goldamalgams vermittelt. Das Hauptinstrument bei dieser Arbeit ist eine Kratzbürste von feinem Messingdrath. Man taucht diese in das Quickwasser, fährt damit über das in einem Schälchen befindliche Amalgam hinweg, um ein wenig davon aufzunehmen, streicht es auf die zu vergoldende Stelle, und fährt in dieser Art fort, bis das ganze Stück mit Amalgam bekleidet ist. Hierauf wird das Ganze mit reinem Wasser abgewaschen, getrocknet und über Feuer gebracht, um das Quecksilber zu verdampfen. Soll die Vergoldung stärker werden, so überstreicht man die erste Lage abermals mit Amalgam, bringt das Stück wieder aufs Feuer und wiederholt diese Behandlung selbst wohl zum dritten Mal.

4. Das Abrauchen des Quecksilbers. So einfach die Aufgabe ist, das Quecksilber des Amalgams durch mäßiges Erhitzen zu verflüchtigen, so erfordert sie dennoch Uebung. Der Arbeiter nämlich legt das Stück auf ein Gitter von Eisendraht, unter welchem ein Kohlenfeuer brennt, und läßt es unter häufigem Wenden, um alle Theile gleichmäßig dem Feuer darzubieten, sich allmählig erhitzen. Sobald die Temperatur bis zu dem angemessenen Grade gestiegen ist, nimmt er das Stück mit einer Zange vom Feuer, ergreift es mit der linken Hand, die mit einem stark ausgepolsterten Handschuh bekleidet ist und streicht es mit einer laugbaarigen Bürste, um das Amalgam recht gleichmäßig zu vertheilen, macht es dann wieder warm, bürstet abermals und fährt mit diesem abwechselnden Bürsten und Erhitzen so lange fort, bis das Quecksilber verdampft ist. Wenn ein Tropfchen Wasser auf die Oberfläche des Stückes gebracht, unter lebhaftem Zischen mit einer bestimmten Geschwindigkeit verdampft, die Temperatur also einen gewissen Grad erreicht hat, ist die Operation beendigt. Je langsamer das Abrauchen vollführt wird, und je mehr Zeit und Aufmerksamkeit der Arbeiter auf das Bürsten verwendet, um so besser fällt natürlich die Vergoldung aus. Zuletzt wird das Stück nach dem Erkalten mit Wasser abgespült, und dann noch mit Wasser und Essig gebürstet.

5. Das Poliren. Wird durch Reiben mit einem sehr glatten Polirstein, gewöhnlich Blutstein, verrichtet. Man taucht diesen in Essig, und streicht damit vor- und rückwärts, stets aber in einerlei Richtung, bis der höchstmögliche Glanz hervorgekommen ist. Das Stück wird dann nochmals in kaltem Wasser gewaschen, mit einem feinen leinenen Tuche abgewischt, und endlich über glühenden Kohlen getrocknet.

6. Das Mattiren. Zwar ist die Vergoldung, so wie sie sich nach dem Abrauchen darstellt, schon an und für sich matt; um ihr aber ein völlig gleichformig mattes, mit einer angenehm gelben Farbe verbundenes Ansehen zu geben, wendet man die sogenannte Mattfarbe an, eine Mischung von Kochsalz, Salpeter und Alaun, die man in einem Tiegel in dem Krystallisationswasser des Alauns zergehen läßt und auf die zu mattirenden Stellen aufträgt. Indem man nun das Stück über Kohlenfeuer hält, entwickelt sich durch Einwirkung der Schwefelsäure des Alauns auf die Salpeter- und die Salzsäure des Salpeters und des Kochsalzes, etwas Chlor, wodurch die Oberfläche des Goldes schwach korrodirt wird, und somit feine Unebenheiten, demnach ein mattes An-

Digitized by Google

sehen erlangt. Die Erhitzung wird bis zu dem Punkte getrieben, wo die Mattirfarbe gerade in Fluß gekommen ist, das Stück sodann in kaltes Wasser getaucht, worin sich die Salzkruste auflöst.

Wenn es, wie sehr gewöhnlich, die Absicht ist, an einem und demselben Stücke polirte und matte Stellen anzubringen, so dürfen die ersteren der Mattirung nicht mitunterworfen werden, zu welchem Ende man sie mit einer Mischung von Kreide, gestoßenem Kandiszucker und Gummi bestreicht, trocknet, und bis zum Braunwerden des Anstriches erhitzt; das Aussparen. Wenn nämlich demnächst das ganze Stück mit der Mattfarbe überzogen und erhitzt wird, so verhindert jene Aussparung, hauptsächtlich wohl durch ihren Gehalt an kohlensaurem Kalk, die Einwirkung der Mattfarbe auf das darunter befindliche Gold. Nachdem also das mattirte Stück in kaltem Wasser gekühlt und abgewaschen worden, taucht man es schließlich noch in sehr verdünnte Salpetersäure, wäscht es wieder mit sehr vielem Wasser, und trocknet es entweder an der Luft, in einem geheizten Zimmer, oder mit einem leinenen Tuch.

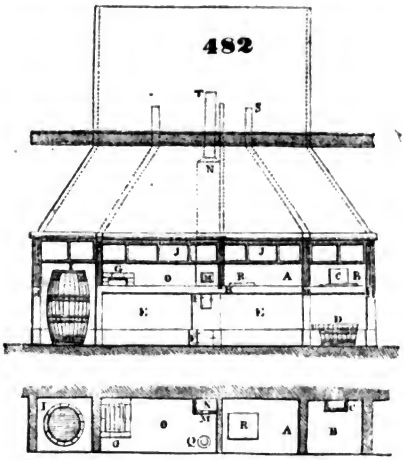
7. Or-moulu-Farbe. Dieses eigenthümliche, dem des Muschelgoldes nicht unähnliche Ansehen ertheilt man der Vergoldung dadurch, daß man es schon gleich beim Abrauchen weniger stark, als sonst üblich, mit der Kratzbürste bearbeitet, es hierauf etwas stärker, als beim Mattiren erhitzt, sodann ein wenig abkühlen läßt und nun ein Gemisch von pulverisirtem Blutstein, Alaun und Kochsalz, mit Essig angerührt, mit Ausnahme der zu polirenden Stellen, aufträgt. Das Stück wird nun auf glühende Kohlen gelegt, und bis zum Schwarzwerden der Farbe, und bis ein Wassertropfchen, das man darauf fallen läßt, mit lebhaftem Zischen in bestimmter kurzer Zeit verdampft, erhitzt. Es wird dann vom Feuer entfernt, in kaltes Wasser eingetaucht, gewaschen, mit einer in Essig oder verdünnte Salpetersäure eingetauchten Bürste abgerieben, dann abermals mit vielem reinen Wasser abgewaschen und über gelindem Feuer getrocknet.

Rothe Goldfarbe. Um diese hervorzubringen, wird das Stück gleich unmittelbar nach dem Abrauchen des Queckſilbers noch heiß an einem Eisendraht aufgehängt und mit dem so genannten Glühwachs, einer Mischung von gelbem Wachs, rothgebranntem Ocher, Grünspan und Alaun eingerieben. In diesem Zustande hält man es über ein lebhaftes Holz- oder Kohlenfeuer, läßt auch wohl einige Tropfen Glühwachs auf die Kohlen fallen, um eine recht starke Flamme zu erhalten, und wendet das Stück darin auf allen Seiten, um es überall gleichmäßig zu erhitzen. Wenn nun das Glühwachs von der Vergoldung abgebrannt ist, was man an dem Verlöschen der Flamme erkennt, so bringt man das Stück in kaltes Wasser, und bearbeitet es mit der Kratzbürste und reinem Essig. Sollte die verlangte rothe Goldfarbe nicht tadellos ausgefallen sein und Ungleichförmigkeiten zeigen, so bestreicht man das Stück mit einer Auflösung von Grünspan in Essig, trocknet es über gelindem Feuer, taucht es in Wasser, reibt es mit Essig oder wenn die Farbe zu dunkel ausgefallen sein sollte, mit sehr verdünnter Salpetersäure ab, wäscht, polirt, wäscht abermals, reibt mit einem leinenen Tuche ab, und trocknet endlich über ganz gelindem Feuer.

Die Feuervergoldung, zumal das Abrauchen des Queckſilbers, kann, wie leicht zu ermessen, der Gesundheit der Arbeiter außerordentlich gefährlich werden, wenn sie nicht vollkommen vor dem Einathmen der Queckſilberdämpfe geschützt sind. Es sind daher schon mehrfache Vorschläge zur zweckmäßigen Einrichtung der Vergolderwerkstätten gemacht, unter welchen die folgende, von D'Arcet angegebene in Paris zur Ausführung gekommen ist. M. s. Fig. 482. Alles liegt hiebei an einem recht lebhaften Zuge, zu welchem Ende ein Zugofen (fourneau d'appel) in der Mitte der Werkstätte angebracht ist, der indessen zugleich auch zu anderen Zwecken dient. F ist der Aschenfall, P die Heizthür, N der Schornstein, der zu unterst aus Mauerwerk gebildet ist, oben aber in ein 6 bis 9 Fuß hohes

Digitized by Google

Blechrohr T ausläuft. Die ganze lange schmale Werkstätte besteht, wie die Figur, besonders der Grundriß zeigt, aus 4 Abtheilungen, welchen eben so viele Abtheilungen des großen Rauchmantels entsprechen. B die Ab-



theilung zum ersten Ausglühen der Bronzearbeiten, in welcher auch das Trocknen der Stücke vorgenommen wird. C Ein Kanal oder Rauchmantel, der den untern Raum D mit dem obern B und durch diesen mit dem großen Rauchmantel in Kommunikation setzt, und zur Ventilation des Raumes D dient. In diesem Raum befindet sich U ein kleiner Bottich mit der Säure zum Abbrennen der ausgeglüheten Stücke. A Lokal zum Ueberziehen der Stücke mit Amalgam. R Unterlage für die Stücke während des Bürstens. E Kohlenbehälter. O Das Hauptlokal zum Abrauchen und Mattiren. G Der hiezu dienende Ofen. M Eine Oeffnung in dem Zugofen, in welche man bei der Bereitung des Quickwassers den Hals der Retorte bringt, um die Dämpfe von salpetriger Säure abzuleiten. I Ein großes Faß zum Eintauchen der Stücke beim Mattiren. Auch die sich hiebei entwickelnden Dämpfe werden durch die linke Abtheilung des großen Rauchmantels abgeleitet. JJ Fenster, deren Zweck darin besteht, die, übrigens ganz offene Seite der verschiedenen Arbeitsräume nach oben hin zu schließen, damit der ganze Zug mehr von unten seitwärts eindringe und dadurch eine vollständigere Ventilation bewirke. H,H Vorhänge von grobem Zeuge, wodurch die verschiedenen Arbeitsränme nach Belieben getrennt, oder auch in Kommunikation gesetzt werden können, je nachdem das eine oder andere von den Umständen geboten wird. Q Eine Oeffnung in dem Fußboden des Arbeitsraumes O, unmittelbar über dem Zugofen, die dazu dient, die Mattfarbe zu schmelzen.

Bei der Feuervergoldung kleinerer Artikel, z. B. Knöpfe, würde es zu umständlich sein, jedes einzelne Stück für sich allein in Arbeit zu nehmen. Man erleichtert sich in solchen Fällen das Geschäft auf folgende Art: Man bringt die Knöpfe in eine hölzerne Mulde schüttet ein wenig Quickwasser darauf, gibt die benöthigte Menge Amalgam dazu, und arbeitet das ganze mit einer Bürste so lange durch, bis sämmtliche Oberflächen gleichmäßig amalgamirt sind. Hierauf wäscht man sie mit

Digitized by Google

Wasser, trocknet sie, und erhitzt sie in einer Art eiserner Bratpfanne, bis das Queckſilber zu verdampfen anfängt, wo man sie nun herausschüttet, und mit einem großen Pinsel kräftig reibt und durcharbeitet, sie nothigenfalls wieder in die Pfanne zurückbringt, nochmals erhitzt und so bis zur völligen Verdampfung des Queckſilbers fortfährt. Endlich bürstet man sie mit Bierhefe ab, und polirt sie. —

Eine zweite Art chemischer Vergoldung, die nur auf polirtem Eisen und Stahl angewendet wird, und hinsichtlich der Haltbarkeit hinter der eben beschriebenen Feuervergoldung weit zurücksteht, ist die mit ätherischer Goldsolution. Man schüttelt zu dem Ende eine ganz neutrale Goldauflösung in Königswasser mit Schwefeläther, wo dann das Goldsalz sich mit diesem letzteren verbindet, und in einer dunkelgelben Schicht auf einer wässrigen Flüssigkeit schwimmt. Wenn man diese Goldlösung auf gutpolirtes Eisen oder Stahl mit einem Pinsel aufträgt, so verflüchtigt sich der Aether, das Gold wird aus der Auflösung metallisch niedergeschlagen und befestigt sich in einem sehr dünnen Ueberzuge auf dem Stahl. Diese Methode wird wohl zum Vergolden der Augen der Nähnadeln, und zu ähnlichen Zwecken angewendet.

Kalte Vergoldung. Man löst 5 Theile Gold nebst 1 Theil Kupfer in Königswasser, und tränkt mit dieser Auflösung reine leinene Läppchen, trocknet diese und verbrennt sie zu Asche, welche nun hauptsächlich aus äußerst fein zertheiltem metallischem Gold besteht. Um Metalle, z. B. Messing, hiemit zu vergolden, wird das Stück zuvörderst wie zur Feuervergoldung vorbereitet, d. h. ausgeglühet und abgebrannt und nun mit einem nassen Kork, mit welchem man ein wenig Goldpulver auftupft, so lange gerieben, bis die Fläche hinlänglich vergoldet erscheint, die man sodann mit dem Polirstein, oder einem Polirstahl und Seifenwasser polirt.

Eine dritte, erst in neuerer Zeit erfundene Vergoldung auf nassem Wege, die seitdem sehr in Aufnahme gekommen ist, ist die mit einer, durch kohlensaures Kali neutralisirten Goldsolution. Auf dieses Verfahren ist dem Mr. Elkington im Juni 1836 ein Patent ertheilt, in dessen Spezifikation er es folgendermaßen beschreibt: Man löse 5 Unzen Troy feines Gold in 52 Unzen Avoirdupois Salpetersalzsäure, durch Mischung von 21 Unzen reiner Salpetersäure von 1,45 spez. Gew., 17 Unzen reiner Salzsäure von 1,15 spez. Gew. und 14 Unzen destillirtem Wasser bereitet. Man löst das Gold hierin am besten in der Wärme, und fährt auch nach erfolgter Auflösung mit dem gelinden Kochen der Solution so lange fort, bis sich keine rothen Dämpfe mehr entwickeln. Gewöhnlich sammelt sich in der Flüssigkeit ein geringer Absatz von Hornsilber, weil fast alles, selbst feines Gold etwas Silber enthält, von welchem man die Goldauflösung vorsichtig in ein paßliches irdenes Gefäß abgießt. Man setzt nun noch 4 Gallons destillirtes Wasser und 20 Pfund doppeltkohlensaures Kali bester Qualität hinzu, und läßt das Ganze etwa 2 Stunden lang mäßig kochen, wo dann die Flüssigkeit zum Gebrauch fertig ist.

Die zu vergoldenden Stücke müssen von allem Oxyd, so auch von Fett vollkommen gereinigt sein, und werden, an einem Drahte befestigt, in die siedende Flüssigkeit eingetaucht. Die Dauer dieser Behandlung hängt von Umständen ab, theils von der Menge des in der Flüssigkeit zurückbleibenden Goldes, theils von der Größe und dem Gewicht des Gegenstandes. Durch einige Versuche kommt man sehr bald dahin, den Zeitpunkt richtig zu beurtheilen, wo die Vergoldung fertig ist.

Gesetzt, man habe messingene oder kupferne Knopfe, oder andere kleine Gegenstände, als Ohrringe, Armbänder u. dgl. zu vergolden, so befestigt man eine ganze Menge derselben an einem gebogenen Kupfer- oder Messingdraht, taucht sie in die kochende Flüssigkeit, und bewegt sie darin hin und her. Nach Verlauf von wenigen Sekunden, bis zu einer Minute ist die Vergoldung erfolgt, vorausgesetzt, daß die Gold-

Digitized by Google

auflösung frisch bereitet war; denn wenn sie schon länger gedient und einen guten Theil ihres Goldgehaltes eingebüßt hat, ist die zum Vergolden nöthige Zeit begreiflicher Weise länger. Einige Uebung von Seiten des Arbeiters nützt hiebei mehr, als alle genauen Regeln; nur darf nicht unerwähnt bleiben, daß es immer nachtheilig ist, das Stück zu oft aus der Flüssigkeit zu nehmen, und man daher suchen muß, auch ohne häufiges Nachsehen den richtigen Punkt zu treffen.

Ist die Vergoldung so weit fertig, so wäscht der Arbeiter die Stücke mit reinem Wasser, worauf sie dann auf die gewöhnliche Art gefärbt werden können.

Schwere Gegenstände, z. B. gegossene Figuren, müssen länger in der Goldsolution gelassen werden, als kleinere.

Verlangt man eine matte Vergoldung, so kann diese auf verschiedene Art bewirkt werden. Gewöhnlich geschieht es mit dem künstlich zu erlangenden Mattir-Scheidewasser, oder durch eine ganz schwache Lösung von salpetersaurem Quecksilber, womit man das Stück vor oder nach der Vergoldung bestreicht und es dann zur Verflüchtigung des Quecksilbers wie bei der Feuervergoldung erhitzt. Die Lösung muß jedoch ungleich schwächer sein, als das bei der Feuervergoldung erwähnte Quickwasser.

Das Gelingen dieser Art von Vergoldung beruht sehr wesentlich auf der vollkommensten Reinheit des Arbeitsstücks, daher hierauf nicht genug Sorgfalt verwendet werden kann.

Nach den Versuchen von Schnbarth, welche die Richtigkeit und selbst die Vortrefflichkeit dieses Verfahrens dargethan haben, ist die vorgeschriebene Menge des kohlensauren Kali unnöthig groß, und kann, ohne irgend einen Nachtheil auf das Resultat, bis auf das Siebenfache von dem Gewicht des in der Auflösung enthaltenen Goldes verringert werden. Statt des Kalisalzes kann man sich auch des wohlfeileren doppeltkohlensauren Natrons bedienen, von welchem inzwischen die 11fache Menge des Goldes erforderlich ist.

Es ist endlich noch der Vergoldung auf galvanischem Wege zu gedenken, welche in neuerer Zeit vielfältig besprochen, und deren Ausführbarkeit hinlänglich dargethan ist, wenn sie sich auch bei näherer Prüfung nicht von so allgemeiner Anwendbarkeit gezeigt hat, als die letztbeschriebene englische Methode. Das zuerst von De la Rive beschriebene, nachher von Böttger und Elsner verbesserte Verfahren besteht im Wesentlichen darin, eine möglichst neutrale Goldauflösung einer-, und äußerst stark verdünnte Schwefelsäure andererseits dergestalt in zwei Glasgefäße zu bringen, daß die Flüssigkeiten durch einen porösen Körper, am besten Blase, in leitender Verbindung sind, ohne doch sich mischen zu können. Wenn man nun in die verdünnte Schwefelsäure ein Stück Zinkblech legt, das zu vergoldende Metallstück dagegen in die Goldsolution hängt, und beide durch einen Metalldraht leitend verbindet, so findet eine elektrische Erregung Statt, das Zink wird positiv, das andere Metall negativ elektrisch, und dieses schlägt nun das Gold aus der umgebenden Lösung metallisch auf sich nieder. Der hiezu erforderliche Apparat kann auf mannigfaltige Art abgeändert werden, wenn nur die vorbin bezeichneten Bedingungen erfüllt sind. Die Böttgersche Einrichtung besteht in einem ziemlich weiten Glascylinder, der zur Aufnahme der verdünnten Schwefelsäure und des Zinkes bestimmt, und durch dessen untern Boden genau in der Mitte ein Loch gebohrt ist, in welchem man einen Kupferdraht mittelst Siegellack befestigt, welcher Draht innerhalb des Glases zu einer horizontalen Spirale gewunden ist, um als Unterlage für die Zinkplatte zu dienen, während das untere Ende des Kupferdrahtes etwa einen Zoll weit herabreicht, und in ein mit Quecksilber gefülltes Loch eines Brettes gesenkt wird, auf welchem der ganze Apparat ruht. Zur Aufnahme der Goldauflösung dient ein anderes, weniger weites, an beiden Enden

Digitized by Google

offenes Zylinderglas, welches an der unteren Seite mit Blase zugebunden, und in solcher Höhe mit einem hölzernen Rande versehen ist, daß, wenn dieser Zylinder in den ersten hineingehängt wird, und sich der hölzerne Rand auf den oberen Rand des äußeren Zylinders auflegt, alsdann die Blase sich in geringer Entfernung über der auf der erwähnten Spirale liegenden Zinkplatte befindet. Neben diesem Doppelzylinder ist ein Träger von starkem Kupferdraht auf dem Brette befestigt, dessen oberes umgebogenes Ende bis über die Mitte der Glaszylinder reicht, und an welchem der zu vergoldende Gegenstand mittelst eines Kupfer- oder besser eines Platindrahtes so aufgehängt wird, daß er sich in dem mittleren Zylinder in nicht zu großer Entfernung von der Blase befindet. Um endlich die leitende Verbindung zwischen dem Arbeitsstück und der Zinkplatte zu vollenden, ist die Einrichtung getroffen, daß in jenes Loch, in welchem der erwähnte Träger seine Befestigung findet, etwas Quecksilber geschüttet werden kann, welches durch einen Kupferdraht mit dem Quecksilber des anderen, oben besprochenen Loches in Verbindung gesetzt wird.

So weit der erforderliche, in der Beschreibung vielleicht etwas weitläufig erscheinende, in Wirklichkeit aber doch ziemlich einfache Apparat. Die anzuwendende Goldauflösung wird nach Elsner am besten auf die Art dargestellt, daß man trocknes, möglichst neutrales Chlorgold in etwa 160 Theilen destillirtem Wasser auflöst, mit reinem kohlensauren Natron so weit neutralisirt, daß sie nicht mehr das Lackmuspapier röthet, und nun noch so weit mit Wasser verdünnt, daß ein eingetauchtes blankpolirtes Silberblech nach einer Minute langem Eintauchen nicht mehr schwärzlich wird und beim Abreiben eine reine Goldfarbe zeigt. Die zweite Flüssigkeit ist Wasser mit Schwefelsäure in dem Verhältniß von 1 Tropfen der letzteren auf eine Unze des ersteren angesäuert.

Will man nun eine Vergoldung vornehmen, so legt man die vorher amalgamirte Zinkplatte auf die Drahtspirale, hängt den inneren Zylinder ein, füllt diesen mit Goldlösung, den äußeren dagegen mit der verdünnten Schwefelsäure, und hängt das zu vergoldende Stück an den Träger, so daß es von der Goldlösung bedeckt ist. Der Prozeß beginnt nun augenblicklich, und wird etwa eine Minute unterhalten, worauf man das Stück herausnimmt, abspült, mit einem sehr feinen Leinwandläppchen kräftig und anhaltend reibt, es dann wieder in die Goldlösung einhängt, wieder abreibt, und diese Arbeit wohl 5- bis 6mal, beim Vergolden von Stahl selbst 10- bis 12mal, wiederholt.

Die galvanische Vergoldung soll vorzüglich nur auf Silber recht gute Resultate liefern, auf Kupfer und Messing dagegen etwas röthlich ausfallen, und sowohl in dieser Beziehung, als auch im Allgemeinen der größeren Umständlichkeit wegen hinter der englischen Vergoldung mit alkalischer Goldlösung zurückstehen.

Golddraht kommt im Ganzen nur selten vor, wird übrigens ganz auf dieselbe Art, wie anderer Draht gezogen.

Goldlahn ist plattgewalzter, sehr feiner, goldplattirter Silberdraht, der aus einer dicken, mit Goldblech umlegten Silberstange durch successives Ausziehen auf dem Drahtzuge bis zu der höchsten Feinheit gebracht wird. Er wird gewöhnlich mit gelber Seide zusammenverwebt; oder dient auch dazu, dickere Seidenfäden zu bespinnen, wobei die Hauptkunst darin besteht, die Windungen des feinen Goldbändchens so zu leiten, daß sie sich dicht an einander anlegen, und die Seide völlig überdecken. Das Silber zu dem französischen Goldlahn soll im Pfunde 5 oder 6 Pennyweights Kupfer halten, also über 15lothig sein, das englische hält 12 Pennyweights, ist also etwas über 14lothig. Auch über die Dicke des Goldüberzuges existirten sonst gesetzliche Bestimmungen. Das geringste, nach einer Parlamentsakte früher zulässige Verhältniß war 100 Grau Gold auf 1 Pfd.

Digitized by Google

(von 5760 Gran) Silber. Gegenwärtig aber wird dieses Gesetz nicht mehr gehandhabt.

Um Goldarbeiten eine recht lebhafte schöne Goldfarbe zu ertheilen, nehmen die Goldarbeiter eine besondere Prozedur, das Färben vor, welches mit dem oben beschriebenen Färben der Feuervergoldung fast ganz übereinkommt. Die Farbe besteht aus 1 Theil Kochsalz, 1 Theil Alaun und 2 Theilen Salpeter, in 3 Theilen Wasser aufgelöst, oder vielmehr damit zu einem dünnen Brei angemacht. Man erhitzt diesen in einem irdenen Gefäße, und hängt die Goldarbeit auf kurze Zeit hinein. Die Flüssigkeit, welche außer den übrigen Bestandtheilen Salpetersalzsäure (durch Einwirkung der Schwefelsäure des Alauns auf das Kochsalz und den Salpeter gebildet) enthält, löst hiebei hauptsächlich Kupfer, freilich auch eine kleine Menge Gold auf, und die Oberfläche wird somit verhältnißmäßig reicher an Gold, und nimmt daher eine reinere Goldfarbe an. In früheren Zeiten glaubte man, daß sich nur allein Kupfer in der Farbe auflöse, und beachtete nicht den kleinen Goldverlust; später ist man hierauf aufmerksamer geworden, und hat berechnet, daß z. B. in Oestreich jährlich für circa 12000 Rthlr. Gold auf diesem Wege verloren gegangen sind. Gegenwärtig gewinnt man es dadurch wieder, daß man die Farbe mit der zwei- oder dreifachen Menge Wasser verdünnt, und das Gold durch Eisenvitriol niederschlägt, es nach dem vollständigen Absetzen auf einem Filtrum sammelt, aussüßt, trocknet, und mit etwas Salpeter und Borax einschmilzt.

Goldpurpur. (Pourpre de Cassius, Purple of Cassius). Ein zum Färben von Glasflüssen, und für die Porzellanmalerei hochwichtiges Pigment, welches im Allgemeinen durch Mischung einer stark verdünnten Goldauflösung mit Zinnsolution in Gestalt eines braunen oder rothen Niederschlages erhalten wird, und die Eigenschaft besitzt, den verschiedenen Glasflüssen eine schön rosen- oder dunkelrothe Färbung zu ertheilen. Die wahre chemische Zusammensetzung des Goldpurpurs ist trotz unzähliger Analysen und anderweitiger Untersuchungen der ausgezeichnetsten Chemiker noch nicht mit völliger Sicherheit ausgemittelt, obschon die größte Wahrscheinlichkeit dafür spricht, daß es eine chemische Verbindung von metallischem Gold mit einer Oxydationsstufe des Zinnes, wahrscheinlich Zinnoxyd ist. Die betreffenden, rein wissenschaftlichen Untersuchungen, die dem Zwecke des vorliegenden Werkes nicht entsprechen würden, übergehend, wenden wir uns sofort zu dem Praktischen der Darstellung, und bemerken zuvor, daß diese auf zwei, sehr wesentlich verschiedenen Wegen Statt finden kann.

Die eine Methode, welche diese Verbindung nicht in isolirtem Zustande liefert, sondern sie nur innerhalb einer schmelzenden Glasmasse entstehen läßt, ist in dem Artikel Glasmalerei beschrieben, auf welchen daher verwiesen werden kann; die andere aber, nach welcher der eigentliche Cassius'sche Goldpurpur isolirt, und als reines Präparat erhalten wird, ist es, mit der wir uns hier zu beschäftigen haben werden.

Es sind sehr zahlreiche ältere und neuere Vorschriften zu seiner Bereitung vorhanden, woraus sich schon im Voraus ergibt, daß sie ihre Schwierigkeiten haben müsse, und in der That hängt, oder hing vielmehr früher das Gelingen oder Verunglücken des Präparates häufig vom Zufalle ab. Zwei Punkte sind es vornehmlich, welche die Beschaffenheit des Niederschlags bedingen; einmal das richtige Verhältniß zwischen Zinn und Chlor in der Zinnauflösung und zweitens der Grad der Verdünnung der Goldsolution.

Daß weder Zinnchlorür noch Zinnchlorid jedes für sich Goldpurpur liefern, daß vielmehr nur beide zusammen das verlangte Präparat hervorbringen, ist längst bekannt; und man ging daher entweder so zu Werke, daß man Zinn in Königswasser von solcher Zusammensetzung auflöste, das sich zum Theil Chlorid, zum Theil Chlorür bildete, oder

Digitized by Google

man schlug den sicherern Weg ein, Zinnchlorür und Zinnchlorid, jedes für sich zu bereiten, und diese in dem erfahrungsmäßig vortheilhaftesten Verhältnisse zu mischen. Später ist von Fuchs ein noch sicherer Weg in der Anwendung von anderthalb Chlorzinn oder salzsaurem Zinnsesquioxyd aufgefunden, der sogleich näher beschrieben werden soll.

Eine der besseren früheren Vorschriften zur Goldpurpurbereitung ist die von Buisson, nach welcher man 70 Theile Gold in so vielem Königswasser auflöst, daß nach längerer Digestion noch etwas Gold ungelöst zurückbleibt, und diese Lösung mit der 500fachen Menge des angewendeten Goldes, also mit 35000 Th. Wasser verdünnt. Ferner werden 10 Th. Zinn in Salzsäure, und 20 Th. Zinn in Königswasser (aus 3 Th. Salpeter- gegen 1 Th. Salzsäure bestehend) aufgelöst, beide Lösungen mit etwas Wasser verdünnt, und nun zuerst die letztere Zinnlösung (im Königswasser) mit jener Goldlösung vermischt, und endlich die Zinnchlorürlösung tropfenweise unter beständigem Umrühren zugesetzt, bis der Niederschlag eine schöne Purpurfarbe erlangt. Dieser wird dann auf einem Filtrum gesammelt, ausgesüßt und getrocknet.

Das von Fuchs angegebene Verfahren dagegen ist folgendes: 1 Theil Gold wird in Königswasser gelöst, und die erhaltene möglichst neutrale Lösung mit 360 Theilen Wasser verdünnt. Ferner löst man Zinn in Salzsäure und fügt zu dieser Lösung so lange eine Auflösung von Eisenchlorid, als diese noch durch Umwandlung in Eisenchlorür ihre braune Farbe verliert, und eine blaßgrüne Farbe annimmt. Ist dieser Punkt erreicht, d. h. vermag die Zinnlösung nicht mehr Eisenchlorid zu reduziren, wo sich dann das Zinn als Sesquichlorid in der Auflösung befindet, so setzt man diese unter beständigem Rühren zu der Goldauflösung, so lange noch ein Niederschlag von Goldpurpur entsteht, den man auf dem Filtrum vollständig auswäscht und trocknet. Der so erhaltene Goldpurpur hat zwar keineswegs eine schöne, sondern eine dunkelbraune Farbe, ist indessen zum Färben von Glasflüssen ausgezeichnet brauchbar, da er nicht nur ein sehr schönes Roth liefert, sondern auch sehr ausgiebig ist. Nach neueren Versuchen von Capaun über das Fuchs'sche Verfahren verdünnt man eine Lösung von Eisenchlorid (den Liquor ferri muriatici oxydati der preußischen Pharmakopöe) mit 3 Theilen Wasser, und setzt derselben eine Zinnchlorürauflösung, die aus 1 Theil Zinnchlorür in 6 Theilen destillirtem Wasser mittelst einiger Tropfen Salzsäure bereitet ist, so lange zu, bis die Mischung eine grünliche Farbe erhalten hat; diese Mischung wird dann noch mit 6 Th. destillirtem Wasser verdünnt, und zur Fällung der Goldauflösung verwendet. Ueberhaupt darf man auch bei anderem, nach den älteren Verfahrungsarten dargestellten Goldpurpur, aus einer schönen Farbe des Niederschlages keineswegs auf besondere Brauchbarkeit schließen, im Gegentheil ertheilt der anscheinend schönste Purpur den Glasflüssen oft nur eine ganz schwache Färbung.

Der Goldpurpur erscheint nach dem Trocknen in Gestalt eines schmutzig braunen Pulvers, und ist in Salpetersäure auflöslich, verliert aber die Löslichkeit durch Glühen, wonach nur das Gold mit Zurücklassung von Zinnoxyd aus ihm ausgezogen werden kann. Vor dem Glühen ist er auch in Ammoniakflüssigkeit mit ausgezeichnet schön rother Farbe löslich; nicht so in ätzendem Kali oder Natron.

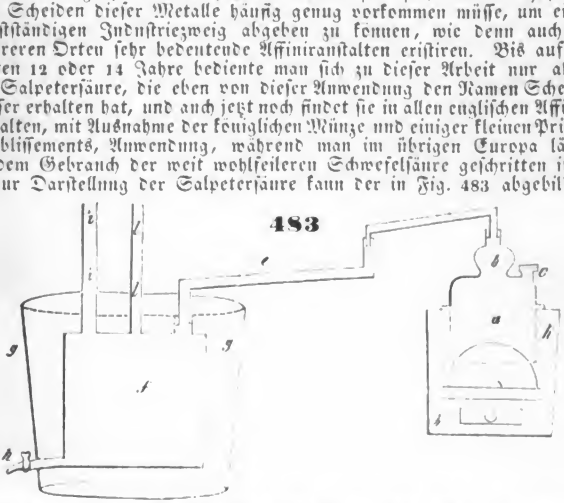
Die Ausbeute an Goldpurpur ist nach den verschiedenen Verfahrungsarten bei seiner Darstellung verschieden. Capaun erhielt nach der Buisson'schen Methode aus 1 Gold nicht völlig 0,9 Purpur, nach dem Fuchs'schen Verfahren dagegen aus 1 Gold 3 Purpur. Die Ursache dieser Verschiedenheiten liegt theilweise darin, daß nicht immer alles Gold vollständig gefällt wird, theils auch vielleicht in Verschiedenheiten der Zusammensetzung des Präparates; wenigstens haben die bisherigen Analysen sehr abweichende Resultate gegeben. Nach Berzelius, Gay-Lussac und Buisson, die fast genau dieselbe prozentische Zusammen-

Digitized by Google

setzung fanden, würde der Goldpurpur, vorausgesetzt, daß das Gold metallisch und das Zinn als Oxyd in ihm enthalten ist, in 100 Theilen bestehen aus: 30,602 Gold und 69,398 Zinnoxyd, während Fuchs 17,87 Gold und 82,13 Zinnoxyd fand.

Gold- und Silberscheidung (Affinage d'or et d'argent, Refining of Gold and Silver, Parting). Das im Handel und Wandel vorkommende Gold und Silber ist äußerst selten rein; das Gold pflegt gewöhnlich kupfer-, oft auch silberhaltig, und das Silber fast jederzeit, und zwar oft sehr stark kupferhaltig, nicht selten auch in gewissem Grade goldhaltig zu sein. Da aber in den verschiedenen Zweigen der Verarbeitung der edlen Metalle nicht selten verlangt wird, daß sie sich in reinem Zustande befinden, um entweder, wo es sich um den höchsten Grad von Weichheit und Dehnbarkeit handelt, in diesem Zustande zu bleiben, oder um von Neuem genau in dem verlangten Verhältnisse legirt zu werden; da ferner das Silber oft kleine Mengen von Gold enthält, das hier nur als Silber in Betracht kommt, im reinen Zustande aber einen 15mal größeren Werth haben würde: so ersieht man leicht, daß das Scheiden dieser Metalle häufig genug vorkommen müsse, um einen selbstständigen Industriezweig abgeben zu können, wie denn auch an mehreren Orten sehr bedeutende Affiniranstalten existiren. Bis auf die letzten 12 oder 14 Jahre bediente man sich zu dieser Arbeit nur allein der Salpetersäure, die eben von dieser Anwendung den Namen Scheidewasser erhalten hat, und auch jetzt noch findet sie in allen englischen Affinieranstalten, mit Ausnahme der königlichen Münze und einiger kleinen Privat-Etablissements, Anwendung, während man im übrigen Europa längst zu dem Gebrauch der weit wohlfeileren Schwefelsäure geschritten ist.

Zur Darstellung der Salpetersäure kann der in Fig. 483 abgebildete



Apparat gebraucht werden, wo a eine mit einem Helm b und einer Tubulirung c versehene Platin-Blase ist, welche in einen kleinen tragbaren Ofen kk eingesetzt wird. Von dem Helm b läuft ein 2 Fuß langes Knierohr von Platin aus, welches an dem anderen Ende in ein etwa 2 Zoll weites und mehrere Fuße langes Porzellan- oder Steinzeug-Rohr e einmündet. Dieses letztere kann, wenn man es für zweckmäßig hält, ihm eine größere Länge zu geben, aus mehreren einzelnen Stücken zusammengesetzt werden. Alle Verbindungsstellen verstreicht man mit Thon. Zum Kühlen dient ein großer Behalter von Steinzeug, welcher einmal einen kurzen Hals zur Aufnahme des Porzellanrohres, zweitens ein längeres aufwärts gehendes Rohr ii hat, das dazu dient, den Fortgang der Operation beobachten, und insbesondere um sehen zu können, ob die Verdichtung der Säure vollständig vor sich geht; ii endlich ist eine wohl 15 Fuß hohe und 3 Zoll weite Rohre von Steinzeug, die aus einzelnen konischen Stücken besteht, von welchen allemal

Digitized by Google

das nächst höhere mit seinem unteren Ende in das obere Ende des Vorhergehenden eingesetzt wird. Diese Röhre hat den Zweck, die sich entwickelnde salpetrige Säure zu verdichten, und ist zu dem Ende ihrer ganzen Länge nach mit Feuerstein- oder Kiesstücken angefüllt, auf welche man von oben Wasser in ganz geringer Menge, so daß nur die Steine feucht bleiben, auftropfeln läßt. Die zwischen den Steinen aufsteigenden Dämpfe von salpetriger Säure werden von dem Wasser absorbirt, und fließen in den Kühlapparat herab. h endlich ist ein Hahn von Glas oder Steinzeug, durch den die Säure abgelassen werden kann, und der durch die Wand des Kühlfasses g g hindurch reicht, welches natürlich mit kaltem Wasser auf die bei allen Kühlgeräthschaften übliche Art, d. h. so, daß das kalte Wasser nahe über dem unteren Boden eintritt, und warm von oben abfließt, gespeiset werden muß.

In die Platinblase bringt man 100 Pfd. reinen Salpeter, der, wenn in größeren Krystallen, gröblich zerstoßen wird, setzt den Helm auf, bringt die Platinrohre an ihre Stelle, und schüttet 20 Pfd. starker Schwefelsäure durch die Tubulirung ein, welche dann mit dem genau passenden Stöpsel verschlossen wird. Nach Verlauf einer Stunde gibt man noch 10 Pfd. Säure hinein, und fährt so mit dem stündlichen Zugeben von 10 Pfd. Schwefelsäure fort, bis ihrer 60 Pfd. eingebracht sind, wo man dann den Apparat noch einige Stunden ruhig stehen läßt, nunmehr ein ganz gelindes Feuer anmacht, und dieses vorsichtig und ganz allmählig steigen läßt. Nach Verlauf von 24 Stunden pflegt die Destillation zu Ende zu sein, wo man dann die letzten Antheile der Salpetersäure dadurch austreibt, daß man in kurzen Intervallen kleine Portionen kochendes Wasser durch die Tubulatur in die Blase schüttet, und sie dann rasch wieder verschließt.

Die angemessenste Stärke der Salpetersäure zum Behuf der Goldscheidung ist die von 1,32 spez. Gew., oder, wenn in ein Maßglas, das genau 1 Pfd. Wasser faßt, 42¼ Loth Säure geben. Die in der beschriebenen Art gewonnene Säure ist stärker, und muß daher durch Verdünnung mit Wasser auf das angegebene spez. Gew. herabgebracht werden. Ein Apparat mit Platinblase ist zwar sehr bequem, allein schlechterdings nur in dem Falle brauchbar, daß man mit absolut reinem, chlorfreiem Salpeter zu thun hat, indem widrigenfalls durch entwickeltes Chlor das Platingefäß bald zu Grunde gehen würde.

Die zur Goldscheidung benöthigte Salpetersäure muß vollkommen frei von Salzsäure und Chlor sein, weshalb es jederzeit unerläßlich ist, sie mit Silberlösung auf eine derartige Verunreinigung zu prüfen. Sollte sie nicht ganz rein befunden werden, so setzt man ihr so viel Silberauflösung zu, bis sich alles Chlor als Hornsilber abgeschieden hat, von welchem man die Salpetersäure entweder durch Dekantation, oder sicherer durch eine wiederholte Destillation trennt.

Die Goldscheidung selbst beruht auf der Unauflöslichkeit des Goldes und der Auflöslichkeit des Silbers in Salpetersäure, so daß bei der Behandlung einer Legirung beider Metalle mit Salpetersäure nur das Silber in Auflösung übergeht. Hierbei aber ist ein Haupterforderniß, daß die Menge des Silbers mindestens doppelt, besser aber noch, daß sie dreimal so groß, als die des Goldes ist, indem sonst das Silber durch die vorhandenen Goldtheilchen gewissermaßen umhüllt, und so vor der Einwirkung der Salpetersäure geschützt wird. Auf dem Umstande, daß das Gold nur ein Viertel der Legirung ausmachen darf, beruhet der alte Ausdruck „Scheidung durch die Quart."

Streng genommen erfordern 100 Theile Silber 38 Th. Salpetersäure von 1,32 spez. Gew. zur Oxydation und 114 Th. zur Auflösung des Oxydes, mithin im Ganzen 152 Th.; allein die Goldscheider verbrauchen oft mehr als das Doppelte dieser Menge, wovon der Grund darin liegt, daß in der Siedhitze ein großer Theil verdampft, und nicht gehörig verdichtet wird.

Digitized by Google

Der oben beschriebene Platinapparat dient nun zugleich zur Goldscheidung, und ist gerade für diesen Zweck eigentlich bestimmt. Indem nämlich das hierbei entstehende Stickstoffoxydgas durch die mit Luft gefüllten Zwischenräume der in der hohen Röhre enthaltenen Kieselsteine seinen Weg nimmt, und sich so zu salpetriger Säure oxydirt, welche ihrerseits in Berührung mit dem Wasser wieder in sich auflösende Salpetersäure und entweichendes Stickstoffoxydgas zerfällt, das sich dann abermals oxydirt, wird fast die ganze Menge der verwendeten Salpetersäure, mit Ausnahme natürlich der mit dem Silberoxyd in Verbindung tretenden, wieder gewonnen.

100 Kupfer bedürfen zu ihrer Oxydation und Auflösung 520 Th. Salpetersäure, also fast dreimal soviel, als Silber, so daß mithin auch kupferhaltiges Silber mehr Säure erfordert, als reines; ein Umstand, der bei dem Feinmachen nicht zu vernachlässigen ist, und eine vorläufige Reinigung des Silbers von dem größeren Theile des Kupfergehaltes als sehr zweckmäßig erscheinen läßt.

Man geht nun folgendermaßen zu Werke: Soll eine Legirung von Gold und Silber behandelt werden, so bringt man 60 Pfd. derselben, in welchen mindestens 40 Pfd. Silber enthalten sein müssen, in möglichst fein gekörntem Zustande in die oben beschriebene Platinblase von 40 Quart Inhalt, und übergießt sie hier mit 80 Pfd., oder nahe 24 Quart Salpetersäure von 1,32 spez. Gew. Die Legirung nimmt begreiflicher Weise ein viel kleineres Volumen von beiläufig 2 Quart ein, so daß in dem Gefäße noch hinlänglicher Raum für die bei dem Prozesse stark aufschäumende Masse übrig bleibt, vorausgesetzt, daß die Heizung nicht übertrieben werde. Ist der Apparat zweckmäßig konstruirt, hat die Röhre e eine Länge von mindestens 40 Fuß, besitzt die Kühlvorrichtung f eine gehörige Größe, und wird sie vollständig gekühlt; versieht ferner die vertikale mit Kieselsteinen gefüllte Röhre ii ihren Dienst, so werden von den angewendeten 80 Pfd. Salpetersäure, 20 bis 30 Pfd. wiedergewonnen.

Sobald man beim versuchsweisen Oeffnen der Tubulirung e keine rothen Dämpfe mehr bemerkt, so darf man den Prozeß als beendigt ansehen, und das Feuer auslöschen, worauf man den Helm mit nassen Tüchern abkühlt, das Platinrohr beseitigt, und die Blase aus dem Ofen ausbebt. Man gießt nunmehr die Flüssigkeit vorsichtig durch die Oeffnung e von dem unaufgelöst gebliebenen Rückstande in eine mit reinem weichem Wasser gefüllte Bütte ab, bringt dafür eine kleine Menge von Salpetersäure auf das in der Blase befindliche Goldpulver, läßt sie, um die letzten Reste Silber auszuziehen, einige Zeit damit kochen, dekantirt sie hierauf ebenfalls, und wäscht das Gold einige Male mit Wasser, worauf man es aus der Blase nimmt, trocknet, mit etwas Salpeter oder Borax schmilzt, und zu einem Zaine ausgießt.

Die salpetersaure Auflösung enthält nun das Silber der Legirung, welches man ohne Schwierigkeit dadurch darstellt, daß man reine Kupferbleche hineinlegt, auf welchen sich das Silber metallisch niederschlägt, während sich eine entsprechende Menge Kupfer auflöst, und eine blaue Flüssigkeit darstellt. Wenn alles Silber niedergeschlagen ist, wird die Kupferlösung möglichst vollständig abgezogen, das Silberpulver mit Wasser einige Male nachgesüßt, und hierauf mittelst einer kräftigen hydraulischen Presse in einer zylindrischen gußeisernen Form gepreßt, wodurch es nicht nur getrocknet, sondern als Vorbereitung für die demnächst folgende Schmelzung stark verdichtet wird. Die Schmelzung geschieht mit Zusatz von etwas Salpeter und Borax, und liefert vollkommen reines Silber.

Aus der salpetersauren Auflösung kann man nun mittelst des Platinapparates einen guten Theil der Salpetersäure wiedergewinnen, zu welchem Ende man die Lösung zuvorderst bei ganz offener Blase kochend eindampft, wobei nur Wasserdämpfe entweichen, und das salpeter-

Digitized by Google

saure Kupfer zu einer trocknen Salzmasse eintrocknet. Ist dieser Punkt erreicht, so setzt man den Helm auf, legt das Platinrohr an, verschließt die Tubulirung, und fährt mit dem Heizen fort, wodurch bei allmählig gesteigerter Hitze die Salpetersäure vollständig ausgetrieben wird, und das Kupfer als pulverförmiges schwarzes Oxyd zurückbleibt. Bei dieser Operation ist es besonders wichtig, die Kieselsteine des Kondensationsapparates mit Wasser regelmäßig befeuchtet zu erhalten, weil die Salpetersäure nicht als solche, sondern im Zustande von salpetrichter Säure überdestillirt, mithin nur durch Hülfe des Regenerationsapparates wiedergebildet wird. Die ganzen Affinirungskosten für verwendetes Material reduziren sich daher auf den Verbrauch an Brennstoff und die kleine Menge von Salpetersäure, welche durch unvollständige Kondensation und sonstige unvermeidliche kleine Verluste verloren geht. Das erhaltene Kupferoxyd kann zur Darstellung von Kupfervitriol benutzt werden, zu welchem Ende man 100 Gewichtstheile desselben in mäßig verdünnter Schwefelsäure aus 122½ Theilen konzentrirter Säure und etwa der doppelten Menge Wasser zusammengesetzt, auflöst, in einem bleiernen Kessel bis zum Salzhäutchen eindampft und krystallisiren läßt. 100 Theile Kupferoxyd liefern so 312½ Th. Kupfervitriol. Zur Reduktion von 100 Th. Silber sind 29 Th. Kupfer erforderlich; reicht diese Menge nicht hin, so ist dieß ein Beweis, daß die Flüssigkeit freie Salpetersäure enthielt, daß folglich ein unnöthiger Ueberschuß derselben angewendet wurde.

Beim Feinmachen mittelst Salpetersäure hält das Gold gar leicht eine kleine Menge Silber zurück, was sich daraus ergibt, daß eine Auflösung von solchem Golde in Königswasser nach einigen Stunden durch Ausscheidung von Chlorsilber sich zu trüben pflegt. Auf der anderen Seite geht eine sehr kleine Menge von Gold mit dem Silber in die Auflösung über.

Durch diese Mängel der älteren Scheidungsart wurde Dizé, Münzinspektor in Paris*) veranlaßt, sich nach einem zweckmäßigeren Verfahren umzusehen, und es gelang ihm nach zahlreichen Versuchen, in der Schwefelsäure ein Scheidungsmittel zu erkennen, das vor der Salpetersäure wesentliche Vorzüge besitzt, und eine so vollständige Scheidung gestattet, daß er aus mittelst Salpetersäure feingemachtem Silber noch erhebliche Spuren von Gold darzustellen im Stande war. Das Dizé'sche Verfahren ist später in Frankreich allgemein adoptirt worden. Auch in England wurde vor etwa 12 Jahren von Mr. Costell in Pomeroystreet, Old Kent-road, eine Affiniranstalt nach dem französischen Verfahren angelegt, die jedoch wieder einging, worauf dann aber dieselbe Methode in der königlichen Münze in London von dem Münzdirektor Mr. Matheson unter Costell's Leitung eingeführt wurde. In den Pariser Affinerien hat man aus all dem Silber, das früher mit Salpetersäure feingemacht war, mittelst Schwefelsäure noch ein Tausendtheil Gold, im Werthe von 3500 francs auf je 1000 K°. Silber gewonnen.

Die hier folgende Beschreibung des französischen Verfahrens ist von dem Dr. Ure, der es in einer großartigen Anstalt bei Paris zu sehen Gelegenheit gefunden hat, nach Autopsie entworfen.

Die zur Scheidung mittelst Schwefelsäure zweckmäßigste Legirung ist eine solche von Gold, Silber und Kupfer, die beim Probiren auf der

*) Sollte es dem Dr. Ure in der That unbekannt sein, daß die Anwendung der Schwefelsäure zum Feinmachen schon im Jahre 1802 von D'Arcet empfohlen wurde und hauptsächlich diesem Chemiker die wichtigsten Vervollkommnungen verdankt?! Fast sollte man auf die Einmischung kleinlicher Persönlichkeiten schließen, wenn in dem ganzen Artikel der Verdienste D'Arcet's auch nicht mit einer Sylbe Erwähnung geschieht.
D. Beard.

Digitized by Google

Kapelle einen Feingehalt von 900 bis 950 Tausendstel zeigt, und die höchstens ein Fünftheil Gold enthält. Das beste Verhältniß der drei Metalle ist 725 Silber, 200 Gold und 75 Kupfer in 1000 Theilen. Es soll sich nämlich herausgestellt haben, daß Legirungen von größerem Kupfergehalt bei der Behandlung mit konzentrirter Schwefelsäure, zur Bildung von wasserfreiem schwefelsauren Kupferoxyd Anlaß geben, welches die vollständige Lösung des Silbers und Kupfers erschweren soll; wogegen Legirungen mit größerem Goldgehalt von der Schwefelsäure nur schwer angegriffen werden. Wo möglich sollte man daher das ebengenannte Verhältniß der drei Metalle beobachten, und zu dem Ende die Legirungen von großerem Kupfergehalt mit Zusatz von Salpeter umschmelzen, um das Kupfer theilweise zu oxydiren, oder auch Feinsilber zusetzen, oder sie endlich mit Blei abtreiben. Geringes Gold und Silber, welches zuweilen mit Blei und andern leicht oxydirbaren Metallen verunreinigt ist, wird am besten vor der Behandlung mit Schwefelsäure, falls jene fremden Metalle in nur geringer Menge vorhanden sind, durch Umschmelzen mit Salpeter, sonst durch Treiben, gereinigt. Es ist daher jedenfalls besonders wichtig, auf die Beschaffenheit der Legirung sorgfältig zu achten.

Zu jener oben erwähnten Legirung nehmen die Pariser Affineurs die dreifache Menge Schwefelsäure; ist aber der Kupfergehalt nur etwas größer, so muß die Menge der Schwefelsäure bedeutend gesteigert werden. Von der zum Auflösen der Metalle gerade nöthigen Menge Schwefelsäure wird die Hälfte zu schwefliger Säure zersetzt, und geht, falls man diese nicht nach dem Verfahren der Schwefelsäure-Bereitung mittelst salpetriger Säure in Schwefelsäure umwandelt, verloren.

Das Verfahren bei Legirungen von geringem Goldgehalte ist nun folgendes: Eine Reihe von Oefen, deren jeder etwa einen Fuß im Durchmesser hat, enthält die eiförmig gestalteten Platinkessel. In jedem derselben werden 3 K° der granulirten Legirung, die auf das Pfund nur wenige Grane Gold enthält, nebst 6 K° konzentrirter Schwefelsäure gebracht, die Kessel mit ihren konischen Helmen versehen, und deren Rohre mit einer bleiernen Verdichtungsröhre in Verbindung gesetzt. Da die Schwefelsäure in der Kälte nicht auf die Metalle einwirkt, so ist es nothwendig, sie zu erhitzen, wo sie dann eines ihrer drei Atome Sauerstoff an das Silber abgibt, und eben dadurch zu schwefliger Säure reduzirt, als Gas entweicht. Ein anderer Theil der angewandten Säure tritt mit dem Oxyde zusammen, und bleibt als pulverförmiges Salz in dem Gefäße zurück. Im Anfange ist die Einwirkung der Säure sehr lebhaft, und das schwefligsaure Gas entwickelt sich unter starkem Aufschäumen, nach und nach aber mäßigt sich die Wirkung, und erst nach Verlauf von 12 bis 15 Stunden pflegt der Prozeß beendigt zu sein. Da die erforderliche Temperatur dem Siedpunkte der Schwefelsäure ziemlich nahe kommt, so wird ein Theil derselben als Dampf von dem schwefligsauren Gase mit fortgeführt, welcher sich aber in der bleiernen, durch kaltes Wasser gekühlten Verdichtungsröhre niederschlägt, während die schweflige Säure unverdichtet bleibt, und in die freie Atmosphäre geleitet wird. Sie kann begreiflicher Weise den Umgebungen sehr lästig und selbst, wenn sie sich in sehr großer Menge entwickelt, schädlich werden, daher man wohl vorgeschlagen hat, sie durch Kalkbrei oder trocknes Kalkhydrat in ähnlichen Reinigungsapparaten, wie sie in dem Artikel „Gaslicht" beschrieben sind, absorbiren zu lassen.

Wenn nun das Silber vollständig in schwefelsaures Salz verwandelt ist, so nimmt man es nach Beseitigung der Helme aus den Kesseln, und löst es in einem mit Blei ausgefütterten, mit konkavem Boden versehenen Bottich in so vielem Wasser auf, daß die Lösung noch 15 bis 20 Grad am Baumeschen Aräometer zeigt. Die kleine Menge des vorhandenen Goldes bleibt hiebei als braunes Pulver zurück, und sammelt sich in der

Digitized by Google

Vertiefung des Bodens worauf dann die überstehende klare Silberlösung sorgfältig in eine bleierne Zisterne abgezogen, und das Gold noch mehre Male mit Wasser ausgesüßt wird. Aus der erhaltenen Silberlösung, zu welcher man auch das Aussüßewasser fügt, fällt man nun das Silber durch eingelegte Kupferplatten, worauf man die Lösung von schwefelsaurem Kupfer abgießt, das Silber zu wiederholten Malen auswäscht, und endlich in einer kräftigen Presse verdichtet, um es hierauf in einem Tiegel zusammenzuschmelzen und zu Barren auszugießen.

Das Goldpulver wird gleichfalls getrocknet, mit Zusatz von ein wenig Salpeter, um etwa noch beigemengte Spuren von Kupfer zu oxydiren, geschmolzen, und zu einem Zain ausgegossen.

Um das schwefelsaure Kupfer zu Gute zu bringen, dampft man die Lösung in einem Bleikessel bis zum Krystallisationspunkte ab, und läßt sie in bleiernen Wachsfässern krystallisiren. (Kupfervitriol soll in Frankreich in ungeheuren Quantitäten von den Landleuten verbraucht werden, welche eine ganz schwache Auflösung von 2 bis 3° Baumé daraus bereiten, und damit die Getraidekerner vor dem Aussäen besprengen, um sie vor Vögel- und Insektenfraß zu schützen.)

Das Gold, welches sich im Zustande eines sehr feinen Pulvers aus der Legirung abscheidet, hiebei sich in unmittelbarer Berührung mit dem Boden des Platinkessels befindet, und durch die Einwirkung der konzentrirten Säure eine vollkommen metallische Oberfläche dem ebenfalls völlig reinen Platin darbietet, setzt sich, zumal unter Einwirkung der obwaltenden Temperatur, die am Boden des Gefäßes unter der Decke von schwefelsaurem Silber bis über 300° C. steigen kann, zum Theil an dem Kesselboden, wie angelothet, fest, und bewirkt auf solche Art eine allmählige Verdickung desselben. Es ist daher nöthig, dieses Gold von dem Kesselboden von Zeit zu Zeit abzulösen, welches zwar nicht durch mechanische Mittel, recht leicht aber durch chemische Agentien zu bewirken ist. Man behandelt es nämlich mit mäßig verdünntem Königswasser, worin es sich auflöst, während das Platin davon wenig oder gar nicht angegriffen wird. Daß inzwischen bei dieser delikaten Operation große Vorsicht nöthig ist, bedarf kaum der Erwähnung. Wenn aber durch Zufall etwas Blei in den heißen Platinkessel kommt, so ist er fast unwiederbringlich verloren; ein Fall, der schon mehrfach den Ruin dieser kostbaren Geräthe herbeigeführt hat.

Da, wie gesagt, jede Operation etwa 12 Stunden dauert, so können in jedem Kessel täglich 6 K° Silber feingemacht werden. Einige Affineurs zwar arbeiten noch schneller, wobei die Gefahr für die Platingefäße wegen der dann erforderlichen höheren Temperatur noch größer ist.

Die Pariser Affineurs liefern dem Eigenthümer des güldischen Silbers sowohl dieses, wie auch das daraus abgeschiedene Gold zurück, und erhalten als Ersatz nur das Kupfer nebst 5½ francs für das Kilogramm feingemachten Metalles. Wenn die Legirung weniger als $^{1}/_{6}$ Gold enthält, so behalten sie den zweitausendsten Theil des Goldes und alles Kupfer, liefern dagegen das übrige Gold und alles Silber zurück, und zahlen außerdem noch eine Prämie von $^{3}/_{4}$ franc auf das Kilogramm affinirten Metalles. Wenn dagegen der Eigenthümer den ganzen Gold- und Silbergehalt zu bekommen wünscht, so berechnet der Affineur 2 frcs. 68 Cent. per K°, und behält außerdem das Kupfer. Bei stark legirtem Silber erhält der Affineur nichts weiter, als das daraus gewonnene Kupfer, während er den ganzen Silbergehalt, so wie er sich nach der Probe ergeben, ausliefert.

Die Affiniranstalt von Herrn Poizat am Ufer der Ourcq nicht weit von Paris ist ohne Zweifel das großartigste und besteingerichtete derartige Etablissement in der ganzen Welt. Das Hauptlocal dieser Anstalt ist 240 Fuß lang, 40 Fuß breit, ungefähr 30 Fuß hoch, und in der Mitte sowohl wie zu beiden Enden mit hohen Schornsteinen versehen. Die eine Hälfte des langen Lokales, zur Rechten des mittleren

Digitized by Google

Schornsteines, dient zu den eigentlichen Scheidungsoperationen, die andere zur Linken zum Abdampfen und Krystallisiren des schwefelsauren Kupfers und dem Konzentriren der wiedergewonnenen Schwefelsäure. Die großen Massen von Silber, die hier zur Verarbeitung kommen, schmilzt Poizat in Tiegeln von Schmiedeeisen von der Größe, daß sie mehrere Centner Silber aufnehmen, und granulirt es dadurch, daß er es in große mit Wasser gefüllte eiserne Kästen eingießt, worauf er es durch Erhitzen trocknet, und in diesem Zustande in ein mit vielen großen Fenstern versehenes, sehr helles Zimmer bringen läßt, wo es gewogen, eingeschrieben, und in genau bestimmte Portionen eingetheilt wird. Eine jede solche Portion kommt nun in einen kugelsegmentförmig gestalteten gußeisernen Kessel von etwa 2 Fuß im oberen Durchmesser, der mit einem aus zwei Hälften bestehenden eisernen Deckel versehen ist. Die eine dieser Hälften ist auf dem Kessel bleibend befestigt, und mit einem gebogenen Rohre versehen, welches seitwärts herabsteigt, und in einen bleiernen, in die Sohle der Werkstätte eingegrabenen Behälter einmündet. Solcher eiserner Kessel befinden sich vier in einer Reihe quer durch die Werkstätte, jedoch in zwei Abtheilungen, zwischen welchen die Arbeiter frei hindurchgehen können. Je zwei Kessel sind auf einem und demselben Ofen eingemauert, und werden durch dasselbe Feuer geheizt. Auf jeden Gewichtstheil Silber gibt man zwei Gewichtstheile Schwefelsäure, und läßt diese so lange kochen, bis sich das Silber vollständig in einen Teig von schwefelsaurem Salz verwandelt hat.

Die vorhin erwähnten eingegrabenen Behälter stehen durch eine 4 Zoll weite, vertikal aufsteigende Bleirohre mit einer, nahe unter der Decke des hohen Lokales auf einer starken Balkenlage ruhenden Bleikammer in Verbindung, welche 30 Fuß lang, 10 Fuß breit und 6 Fuß hoch und dazu bestimmt ist, das in sie einströmende schwefligsaure Gas in Schwefelsäure umzuwandeln; zu welchem Ende man das nöthige Stickstoffoxydgas, welches in einem besonderen Apparate entwickelt wird, nebst atmosphärischer Luft und Wasserdämpfen in sie einströmen läßt. Das der Einströmungsöffnung entgegengesetzte Ende der Bleikammer läuft in ein sehr weites viereckiges Bleirohr aus, welches, nur wenig gegen den Horizont geneigt, sich bis zu dem mittleren Schornstein fortersteckt, und hier in einen kleinen Bleibehälter einmündet, aus welchem eine weite Röhre in den Schornstein eintritt. — Indem auf solche Art die Bleikammer nebst den Bleibehältern und den Auflösungskesseln mit dem Schornsteine in Verbindung gesetzt sind, entsteht ein kräftiger Zug durch den ganzen Apparat, so daß die Deckel der Auflösungsgefäße eines festen Verschlusses gar nicht bedürfen, sondern selbst im halbgeöffneten Zustande nicht sowohl schwefelichte Säure entweichen, als vielmehr atmosphärische Luft eindringen lassen. Die in der Bleikammer entstehende Schwefelsäure sammelt sich großtentheils auf ihrem Boden, während die kleine, von dem Luftzuge noch etwa mit fortgerissene Menge sich in der weiten, oben erwähnten Bleirohre niederschlägt, und in dem kleinen, daran befindlichen Behälter sammelt.

In den eisernen Kesseln wird in dieser Anstalt nur weniger reines, sehr kupferhaltiges, und vielleicht nur einige Grane Gold aufs Pfund haltendes Silber bearbeitet, während feinere Legirungen in Platinapparaten aufgelöst werden, deren sechs neben dem mittleren Schornstein aufgestellt sind. Die in den eisernen Töpfen entstehende breiartige Masse von schwefelsaurem Silber wird mit eisernen langgestielten Kellen in große bleierne Zisternen gefüllt, hier mit Wasser aufgelöst, und bis zu 36° Baumé verdünnt. In diese Auflösung läßt man durch ein System senkrechter, bis nahe auf den Boden herabreichender Bleiröhren Wasserdampf eintreten, der die Flüssigkeit in kurzer Zeit bis zur Siedhitze bringt, und sie zugleich bis auf 22° Baumé verdünnt. Nachdem eine kurze Zeit der Ruhe überlassen ist, zieht man sie mit bleiernen

Digitized by Google

Hebern in große rechteckige bleierne Zisternen mit vertieftem Boden, und legt eine Quantität bandförmig geschnittenes, und wie Hobelspäne gerolltes Kupferblech hinein, worauf dann die Reduktion des Silbers sofort beginnt, das sich in Gestalt einer breiartigen Masse am Boden sammelt; die überstehende Kupferlösung wird endlich in einen etwas niedriger stehenden Behälter abgelassen, und nachdem sie sich hier vollständig geklärt hat, in die Abdampfkessel gebracht.

Das erhaltene Silber (water-silver, chaux d'argent) wird nach dem Aussüßen und Abtropfen in einer viereckigen gußeisernen Form, welche 60 Pfund Silber faßt, mittelst einer hydraulischen Presse stark verdichtet, die so erhaltenen Klumpen getrocknet, und in Graphittiegeln geschmolzen, wozu ein an der Silberseite der Werkstätte befindlicher Ofen dient, der sich in der Nähe und unter den Augen des Oberaufsehers befindet, welcher in seinem, wie ein Gewächshaus ganz aus Fenstern bestehenden Bureau sitzt. Die sämmtlichen Apparate sind planmäßig so angeordnet, daß, nachdem die Arbeit mit dem granulirten Silber in der Mitte des Lokales ihren Anfang genommen hat, sie sich allmählig dem Bureau wieder nähert, aus welchem zuerst die legirten Metalle der Verarbeitung übergeben wurden, und in welches sie nachher getrennt als reines Gold und Silber zurückkehren.

Das schwefelsaure Kupfer wird, wie schon erwähnt, in flachen bleiernen Pfannen bis zum Salzhäutchen eingedampft, und durch bleierne Heber in ebenfalls bleierne Krystallisationsgefäße abgezogen, die Mutterlauge nachher nochmals eingedampft, und dies nach dem Krystallisiren noch ein drittes Mal wiederholt, wobei sich aber in Folge der großen Menge freier Säure, welche durch ihre Verwandtschaft zum Wasser sich desselben bemächtigt, wasserfreies Salz ausscheidet. Dieses letztere scheidet sich als Pulver fast vollständig von der überschüssigen Säure, welche nun in einem großen Platinkessel (im Werth von nahe an 7000 Rthlr.) vollends konzentrirt wird, um bei einer nächstfolgenden Operation wieder zugesetzt zu werden. Der Helm dieses Platinapparates mündet in ein durch kaltes Wasser gekühltes, bleiernes Schlangenrohr, in welchem sich das überdestillirende, noch etwas Säure enthaltende Wasser verdichtet.

Das gewonnene schwefelsaure Kupferoxyd wird von den Krämern der kleineren Provinzialstädte zu dem oben erwähnten Zwecke angekauft, und (im Jahr 1837) mit über 200 Rthlr. die Tonne bezahlt. In dem jetzt beschriebenen Etablissement kann täglich für 70000 Rthlr. Silber feingemacht werden. Eine sechspferdige Dampfmaschine, die sich in einem kleinen, durch Fenster von dem Arbeitslokal getrennten Stübchen befindet, treibt einentheils die vielen bleiernen Pumpen, durch welche die schwache Säure und die Kupferlösungen in die betreffenden Abdampfpfannen gehoben werden, anderntheils ein Pochwerk zum Zerstampfen der alten Tiegel und endlich die Amalgamirmühle, die nach Art einer Quetschmühle zwei vertikale gußeiserne Räder in einer kreisförmigen Rinne umtreibt. Indem die zerstoßenen Tiegel hier mit Quecksilber durchgearbeitet werden, wird das etwa vorhandene Silber ausgezogen, die erdige Masse aber, welche noch geringe Mengen von Silber enthält, an diejenigen, welche sich mit dem Auswaschen der Bodenkräße abgeben, verkauft. In der Nähe der Apparate zum Auflösen des Silbers, so wie um die Schmelzöfen ist der Fußboden mit einem Gitterwerk von Eisenstangen bedeckt, die eine ihrer Kanten nach oben wenden, um so den Schmutz von den Fußbekleidungen der Arbeiter abzustreifen, und ihn in dem darunter befindlichen Raum zu sammeln, aus welchem er von Zeit zu Zeit entfernt, und der Amalgamation unterworfen wird.

Kurz die ganze Einrichtung ist so vortrefflich ausgedacht, daß nicht nur alle, auch die kleinsten Verluste vermieden sind, sondern daß 10 Arbeiter so viel verrichten, wie in anderen Affinerien ihrer 40 oder 50;

Digitized by Google

und daß Herr Poizat mit 3 Grain Gold von dem Pariser Pfunde sich die Kosten des Affinirens bezahlt macht. Da aber 26 Theile Kupfer 100 Theile Vitriol liefern, und die Dollars und andere fremde Münzen, die vorzugsweise dem Feinmachen unterworfen werden, gewöhnlich $^1/_{10}$ Kupfer enthalten, so geben 100 Gewichtstheile solcher Münzen etwa 40 Theile Kupfervitriol, dessen Verkauf noch einen sehr erheblichen Nebenverdienst abwirft.

Die Ableitung und Verdichtung der schwefligen Säure ist in der Anstalt des Herrn Poizat so vollständig, daß wenig oder nichts von den schädlichen Dünsten zu bemerken ist, welche in anderen Affinerien die Arbeiter so belästigen, und über welche namentlich der Direktor der Londoner Münze, Mr. Matheson, so sehr klagt. Da inzwischen eine Affiniranstalt, die mit Schwefelsäure arbeitet, die Nachbarschaft stets mehr oder weniger belästigt, so darf die Pariser Münze dieses, übrigens so vortheilhafte Verfahren nicht in Anwendung bringen. In Frankreich sind daher die meisten Affinerien in den Händen von Privatleuten, was in London nicht möglich ist, wo die königliche Münze ein Privilegium darauf besitzt. Der Dr. Ure berichtet nicht ohne Bitterkeit, daß der Münzdirektor Matheson die auf Staatskosten in sehr großartigem Style eingerichtete, mit Platingefäßen für 3000 Lstr. (21000 Rthlr.) und anderen kostbaren Apparaten versehene Affiniranstalt der königlichen Münze beliebig zu seinem Privatgebrauche benutzt, und daraus eine jährliche Revenue von mehr als 2000 Lstr. zieht. Er erhält von der Krone für das Feinmachen von Gold pr. Pfund Troy 6 sh. 6 d., während die übrigen Affineurs*), die aus Furcht vor Bestrafung sich auf die Verwendung der viel theuereren, aber auch der Nachbarschaft weniger bemerklichen Salpetersäure angewiesen sehen, nur 4 sh. erhalten.

In Paris sind die Kosten für das Feinmachen folgende:

1) Privatleute, die mit edlen Metallen handeln, zahlen
   für Gold, welches Silber und über $^1/_{10}$ fein Gold enthält, 6 frcs. 12 Ct. pr. K°.
   für Silber, das zwischen $^1/_{1000}$ und $^{10}/_{1000}$ Gold enthält, 3 frcs. 27 Ct. pr. K°.
2) die Münze zahlt
   für Legirungen von Gold und Kupfer, die zwischen $^1/_{1000}$ und $^{998}/_{1000}$ Gold enthalten, 5 frcs. pr. K°.
   für Gold, mit Silber und Kupfer legirt, gleichviel wie groß der Silbergehalt, 5 frcs. 75 Ct. pr. K°.**)

Paris zählt in seiner nächsten Umgebung etwa 10 Affineurs, unter welchen Poizat-St.-André und Chauvière bei Weitem die bedeutendsten sind, und deren ersterer täglich etwa 300 K°., der letztere etwa 200 K°. verarbeitet. Früher, als in London völlig freie Konkurrenz Statt fand, besaßen die Herren Browne und Brinde eine Affinerie, die während mehrerer Monate im Jahre täglich 6 Centner Silber, oder 9 Centner Goldlegirungen fein machte.

Die ungehinderte Ausübung des Feinmachens in Frankreich hat für England den Uebelstand zur Folge, daß die von Südamerika in London eingehenden Silberbarren größtentheils nach Paris versendet werden, um dort die wenigen Grains Gold, die sie enthalten, abzugeben, worauf sie nach England zurückkehren. Mit 3 Grain Gold auf das Pariser Pfd. sind die dortigen Affineurs zufrieden. Aber nicht blos das Feinmachen, sondern auch das Probiren der edlen Metalle bildet ein Privilegium der

*) Diese Privat-Affineurs können also ihr Geschäft nur im Geheimen und auf gesetzwidrigem Wege betrieben.

**) Diese Zahlen stehen zum Theil mit den im Vorhergehenden angegebenen in Widerspruch. Anm. d. Beard.

Digitized by Google

Londoner Münze. Es betragen die Gebühren für den Mr. Bingley, Münzwardein bei der Londoner Münze: für eine Goldprobe 4 sh.; für eine Probe auf den Gold- und den Silbergehalt 6 sh.; für eine Silberprobe 2 sh. 6 d. Diese Gebühren sind so hoch, daß sie bei kleinen Quantitäten oft den ganzen Nutzen verschlingen, den sie dem Goldarbeiter gewähren könnten. Die Gebühren der Pariser Münze, die unter der Leitung mehrerer berühmter Chemiker steht (D'Arcet, Director; Bréant, Wardein; Chevillot und Pelouze, Probirer) sind bedeutend niedriger, und betragen für eine Probe auf Gold- und Silbergehalt 3 frcs., für eine Silberprobe 80 Ct.

Gay-Lussac bekleidet den Posten eines Probirers des Bureau de Garantie bei der Münze, welches der sogenannten Goldsmiths Hall in London entspricht. Die Silberproben werden (nach Ure's Meinung) in ganz Europa mit Ausnahme Londons auf nassem Wege gemacht, wodurch die vielen Irrthümer und Unrichtigkeiten der alten Methode beseitigt sind, denen die englischen Silberarbeiter und Händler, welche von der Münze und Bank genöthigt werden, nach den Bingley'schen Kapellenproben zu kaufen und zu verkaufen, noch täglich anheimfallen.

Gong-gong oder Tam-tam. Eine Art flacher Zymbeln oder Becken, die bei den Chinesen in Gebrauch sind, und sich durch ihren ungemein stark und weit schallenden Klang auszeichnen. Sie bestehen aus einer Legirung von Kupfer und Zinn, von welcher zu Ende des Artikels „Kupfer" ausführlicher gehandelt wird.

Granat. (Garnet, Grenat.) Unter dieser Benennung werden in der Mineralogie verschiedene, chemisch zwar nahe verwandte, äußerlich aber zum Theil ganz verschiedene Mineralkörper verstanden, während im täglichen Leben dieses Wort nur für eine oder zwei Abänderungen gebraucht wird, welche sich durch eine lebhaft rothe Farbe und Durchsichtigkeit zu Schmucksteinen eignen; sie werden in der Mineralogie unter den Benennungen Almandin oder edler Granat, und Pyrop, aufgeführt.

Der Granat (Almandin) besitzt ein spezifisches Gewicht von 3,35 bis 4,24; eine Härte, die der des Quarzes ziemlich gleich kommt, starken Glasglanz und einen muschligen Bruch. Er findet sich sehr häufig in Krystallen, die dem regulairen System angehören, und zwar am häufigsten in Rhombendodekaedern, seltener in Trapezoedern. Am meisten kommt der Granat in dem Urgebirge angehörigen Gesteinen, so z. B. im Gneis und selbst im Urthonschiefer vor.

Seiner dunkelweinrothen Farbe und Durchsichtigkeit wegen ist er als Schmuckstein sehr beliebt, wenn er gleich seines häufigen Vorkommens wegen nicht eben in hohem Preise steht. Der schönste Granat kommt von Pegu, aber auch auf Ceylon und an anderen Punkten des Orientes wird er gesammelt. Zu den europäischen Granaten gehört vornehmlich der böhmische (Pyrop), welcher in großen Quantitäten verarbeitet, und in den Handel gebracht wird. Nicht immer jedoch ist die Farbe des Almandins so rein und schön, wie man ihn in Ringsteinen zu sehen gewohnt ist, ja er kommt selbst von ganz unansehnlich brauner Farbe an einigen Punkten Deutschlands in so großen Massen vor, daß man ihn mit Vortheil als Zuschlag bei der Eisenarbeit verwendet.

Künstlicher Granat kann durch Zusammenschmelzen von 4 Loth sehr weißem Bleiglase, 2 Loth Spießglanzglas, 1 Gran Goldpurpur, und 1 Gran Braunstein hergestellt werden.

Granit (Granite), ein sehr verbreitetes, hauptsächlich aus Feldspath, Quarz und Glimmer bestehendes Gestein. Er nimmt in der Reihenfolge der verschiedenen Gebirgsformationen die unterste Stelle ein, und dient insofern allen übrigen Gebirgsmassen zur Unterlage, wenigstens hat man bis jetzt unterhalb des Granits keine anderweitigen Gebirgslager beobachtet. Seine Anwendung zu technischen Zwecken ist

Digitized by Google

seiner Härte und der Schwierigkeit seiner Bearbeitung wegen ziemlich beschränkt, doch übertrifft er an Dauerhaftigkeit fast alle anderen Baumaterialien, wie viele der alten Aegyptischen Monumente erweisen. Der berühmte Obelisk auf dem Lateran in Rom, der unter der Regierung des Zetus, Königs von Theben, 1300 Jahre vor Christi Geburt in Syene gehauen wurde; und ein anderer auf dem Petersplatze, ebenfalls in Rom, der von dem Sohne des Sesostris der Sonne geweihet wurde, haben nun schon ganze 3000 Jahr der Witterung getrotzt. Aber nicht jeder Granit ist von solcher Dauer; denn es kommen Granite vor, besonders solche, die aus sehr verwaltendem Feldspath bestehen, welche schon in einigen Jahren an den Außenflächen mürbe werden, und verwittern. Ja man findet mitunter in einem und demselben Steinbruche sehr verschiedenartigen Granit, der zum Theil der Verwitterung vollkommen widersteht, zum Theil wieder von geringer Dauerhaftigkeit ist. Unter den Graniten von Cornwall und von Limousin kommen mehrere vor, deren Feldspath ziemlich schnell zu weißem Kaolin verwittert, der ein Hauptmaterial für die Steingut- und Porzellanfabrikation darstellt.

Im frisch gebrochenem Zustande ist der Granit weicher und leichter zu bearbeiten, als wenn er durch längeres Liegen ausgetrocknet und erhärtet ist, daher man die zur Bearbeitung bestimmten Blöcke gern unter Wasser aufbewahrt. Bei seiner Auswahl verdient im Allgemeinen ein an Feldspath armer, dagegen an Quarz und Glimmer reicher Granit den Vorzug.

Granuliren (Granulation.) Die Operation, durch welche man ein Metall in mehr oder weniger kleine Theilchen zerkleinert, zu welchem Ende man das geschmolzene Metall durch ein mit vielen kleinen Löchern versehenes, siebartiges Blech hindurch in kaltes Wasser gießt, oder auch, mit Hinweglassung des Siebes, ein Reisbündel in das Wasser legt, und das Metall in einem feinen Strahl darauf fließen läßt. So wird das Kupfer behufs der Messingfabrikation durch Eingießen in heißes Wasser in runden Körnchen, »bean shot« oder, bei Anwendung von kaltem Wasser, in federförmigen Theilchen erhalten. Auch beim Feinmachen von Gold und Silber fängt man damit an, die Legirung durch Eingießen in Wasser zu granuliren. Bei der Bleigewinnung aus dem Bleiglanz, vermittelst der sogenannten Niederschlagsarbeit, wird das zuzusetzende Eisen vorher granulirt.

Um leicht schmelzbare Metalle, als Blei, Zinn u. dergl. äußerst fein zu körnen, bedient man sich in den Laboratorien der Granulirbüchse, einer hölzernen zylindrischen Büchse, welche man mit Kreide ausstreicht, das geschmolzene Metall hineinschüttet, den gut schließenden Deckel aufsetzt, und nun so lange heftig hin- und herschüttelt, bis die Theilchen des Metalles erstarrt sind. Indem hiebei die staubförmige Kreide die feinen Metalltheilchen umhüllt, und am Zusammenfließen hindert, wird ein sehr feines Metallpulver gebildet, welches nachher durch feine Siebe in die gröberen und feineren Theilchen gesondert werden kann. Die anhängende Kreide läßt sich durch Waschen mit Wasser, oder besser mit Essig sehr leicht beseitigen.

Graphit. (Reißblei, Graphite, Plumbago, black lead, Plombagine.) Ein im Wesentlichen aus reinem Kohlenstoff bestehendes Mineral von blei-, oder vielmehr eisengrauer Farbe und Metallglanz, stark abfärbend und von fettigem Anfühlen. Spezifisches Gewicht = 2,08 bis 2,45. Er ist von so geringer Härte, daß er sich sehr leicht mit einem Messer schneiden läßt, wobei denn der Metallglanz besonders stark hervortritt. Er ist zwar brennbar, erfordert aber zum Brennen einen hohen Hitzegrad, z. B. die äußere Spitze der Lothrohrflamme, wobei fast immer eine rothe Asche von Eisenoxyd zurückbleibt, denn, wenn gleich er im reinsten Zustande nichts weiter wie Kohlenstoff ent-

Digitized by Google

hält, so hat man ihn doch bis jetzt nur ausnahmsweise in reinem eisenfreien Zustande angetroffen, und daher lange für eine chemische Verbindung von Kohlenstoff mit Eisen gehalten. Er findet sich hauptsächlich im Gneis, Glimmerschiefer und den ihnen untergeordneten Thonschiefern und Kalksteinen in Gestalt von Nestern, Gängen und nierenförmigen Klumpen, ferner im Uebergangsthonschiefer, wie dies in Borrowdale in Cumberland der Fall ist, wo die sowohl hinsichtlich ihrer Ausdehnung als auch ihrer Vortrefflichkeit wegen berühmte Graphitlagerstätte der englischen Bleistiftfabrikation das vortrefflichste Material liefert. Auch bei Cumnock in Ayrshire ist Graphit auf Steinkohlenflötzen vorgekommen.

Der Berg bei Borrowdale, in welchem sich jene berühmte Graphitgrube befindet, ist 2000 Fuß hoch, das Mundloch der Grube aber etwa in der Hälfte seiner Höhe. Vor etwa hundert Jahren fanden zur Gewinnung dieses so werthvollen Minerals häufige Räubereien Statt, so daß viele in der Nachbarschaft lebende Personen allein durch den Graphitraub sehr reich geworden sein sollen, und daß selbst die von den Eigenthümern angestellte Wache die Grube nicht zu schützen vermochte. So machte eine Anzahl von Bergleuten einen förmlichen Angriff auf die Grube, eroberte sie, und hielt sie eine geraume Zeit in Besitz, bis sie endlich wieder vertrieben wurde.

Gegenwärtig ist ein starkes Gebäude zur Wahrung des Schatzes über dem Mundloche aufgeführt, welches im Erdgeschosse vier Zimmer hat, deren eines zu der mit einer Fallthür verdeckten Grube führt. In diesem Zimmer kleiden sich die Bergleute um, legen ihre Grubenkittel an, kehren, nachdem sie ihre sechsstündige Schicht gearbeitet haben, aus der Grube zurück, und legen in Gegenwart eines Aufsehers ihre Grubenkleidung wieder ab, um auch nicht die kleinste Menge von Graphit entwenden zu können. In einem andern der vier Zimmer sitzen zwei Leute an einem großen Tisch, die den Graphit sortiren und reinigen, während dem eingeschlossen sind, und von einem Aufseher, der sich in einem Nebenzimmer befindet, und mit zwei geladenen Gewehren bewaffnet ist, beaufsichtigt werden.

Nur durch solche Maßregeln ist es möglich geworden, den Anfeindungen der räuberischen Bergbewohner die Spitze zu bieten.

Es wird jährlich nur während 6 Wochen in der Grube gearbeitet, und doch soll sich der Werth des in dieser kurzen Zeit gewonnenen Graphites schon auf 30 bis 40000 Lstr. belaufen haben.

Der reingemachte Graphit wird in starke eiserne Kasten gepackt, deren jeder 1 Zentner faßt, und so nach dem Magazin der Besitzer in London transportirt, wo monatliche Auktionen damit gehalten werden. Der Preis ist 35 bis 45 sh., das engl. Pfund (12 bis 16 Rthlr.)

In Cumberland führt der Graphit den Namen Wadd, welches eigentlich ein durchaus anderer, aus Manganüberoxyd und Eisenoxyd bestehender Mineralkörper ist.

Graufärben (Grey-dye.) Die verschiedenen grauen Farben, in ihren mannigfaltigen Abstufungen sind im Wesentlichen mit Schwarz identisch, von welchem sie sich nur durch geringere Tiefe unterscheiden. Man bedient sich zum Graufärben auch derselben Mittel, wie zum Schwarz, nämlich der Galläpfel und anderer, Gerbsäure und Gallapfelsäure haltender Körper in Verbindung mit essigsaurem oder schwefelsaurem Eisenoxyd, zuweilen unter Zusatz von Weinstein. Um Wolle aschgrau zu färben, kocht man (auf 30 Pfund Wolle) 1 Pfund Galläpfel und ½ Pfund rogen Weinstein mit 70 bis 80 Pfund Wasser, und nimmt nun die Wollenzeuge bei Siedhitze eine halbe Stunde darin herum. Hierauf wird die Wolle aus dem Bade gehoben, dieses mit etwas kaltem Wasser aufgefrischt, 2½ Pfund Eisenvitriol darin aufgelöst, und nun die Wolle wieder eingebracht und ausgefärbt. Oder nach einer

andern Vorschrift nimmt man auf 36 Pfund Wolle 2 Pfd. Weinstein, ½ Pfd. Galläpfel, 3 Pfd. Sumach und 2 Pfd. Eisenvitriol. Man löst zuvörderst den Weinstein in 80 Pfd. kochendem Wasser auf, und nimmt die Wolle ½ Stunde lang darin herum. Ist dies geschehen, so wird die Wolle ausgehoben, der Kessel bis zu dem vorherigen Niveau mit Wasser gefüllt, das von den Galläpfeln und dem Sumach in einem separaten kleinen Kessel bereitete Extract zugegeben, und in dem so erhaltenen Bade die Wolle wieder eine halbe Stunde gekocht. Sie wird nun abermals herausgenommen, der Eisenvitriol dem Bade zugesetzt, die Wolle wieder hineingegeben, und so bei mäßiger Wärme ausgefärbt.

Soll das Grau ein wenig ins Gelbliche spielen, so kann man statt des Weinsteins, Alaun, statt der Galläpfel 1 Pfd. altes Gelbholz, und statt des Eisenvitriols ¾ Pfd. Salzburger Vitriol anwenden, übrigens aber so, wie zuletzt beschrieben, zu Werke gehen.

Oder man behandelt die Wolle zuerst nur in einem Gelbholzbade, darauf in einem ganz schwachen Bade von Galläpfeln und Alaun, setzt nach dem Herausnehmen der Wolle ein wenig gewöhnlichen oder auch Salzburger Vitriol zu, den man vorher in einer Abkochung von Blauholz aufgelöst hatte, und behandelt mit dem so erhaltenen Bade die Wolle nochmals.

Um Perlgrau hervorzubringen, nimmt man die Zeuge zuerst durch ein Dekokt von Sumach und Blauholz (2 Pfd. des Ersteren gegen 1 Pfd. des Letzteren), darauf durch eine stark verdünnte Auflösung von schwefelsaurem oder essigsaurem Eisenoxydul, und zuletzt durch ein schwaches Bad von Wau und ein wenig Alaun.

Mausgrau wird ebenso wie Aschgrau hervorgebracht, nur daß man etwas Alaun zusetzt.

Zu verschiedenen anderen Schattirungen, als Eisengrau und Schiefergrau, muß vorher ein schwachblauer Grund in der Indigküpe gegeben werden. Man läßt die Zeuge nun durch ein kochendes Bad von Sumach und Galläpfeln, und schließlich durch dasselbe Bad, nachdem es mit Eisensolution versetzt und bis zur Handwärme abgekühlt ist, nochmals hindurchpassiren.

In der Seidenfärberei kommen Fustik, Blauholz, Sumach und Hollunderrinde statt der Galläpfel zur Anwendung, auch sucht man wohl durch etwas Orseille und Orlean die Farbe ein wenig ins Bräunliche zu ziehen.

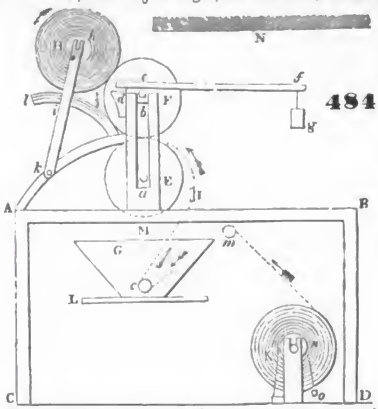
M. s. über das Graufärben noch die Artikel „Kattundruckerei“ und „Färberei.“

Grauwacke (Grauwacke). Ein in ganzen Gebirgsmassen auftretendes Gestein, das aus größeren und kleineren Geschieben von Quarz, Kieselschiefer, Thonschiefer und bisweilen Feldspath besteht, welche durch ein thonschieferartiges Bindemittel verkittet sind. Die Dimensionen der Geschiebe variren zwischen der Größe sehr feiner Sandkörnchen und der eines Hühnereies.

Grundirmaschine. (Klatschmaschine, Padding Machine, Machine à plaquer.) Dient in der Kattundruckerei dazu, die Zeuge ganz gleichmäßig mit Beize zu imprägniren. In Fig. 484 erblickt man bei ABCD das gußeiserne Gerüst, welches bei M mit zwei gabelförmigen aufstehenden Trägern versehen ist, in deren Ausschnitten die Zapfen a, b zweier bronzener Walzen E und F umlaufen. Die unteren Zapfen a ruhen in festen Lagern, während der obere Zylinder auf dem unteren aufliegt, und durch zwei mit Gewichten g beschwerte Hebel e f, mit größerer oder geringerer Kraft, je nach der Beschaffenheit der Gewichte, angedrückt wird. d sind Vorsprünge an den Trägern, in welche die Hebel eingehängt sind. Die zu grundirenden Stücke sind in einer Länge mit den Enden aneinander geheftet, und auf die untere Walze K auf-

Digitized by Google

gebäumt, welche durch eine übergeschlagene, mit dem Gewichte o beschwerte Schnur n zurückgehalten wird, damit die Zeuge während dem Abwinden stets in der nöthigen Spannung verbleiben. Der zur Aufnahme der Beitze bestimmte Trog G ist auf einem Brette L befestigt, und enthält zwei Zoll über seinem Boden eine kupferne Walze c, unter welcher die Zeuge, nachdem sie über die Walze m gelaufen, hinweggeben, um von hier über eine Leitstange l gezogen, und dadurch flach ausgebreitet zu werden. Die eben so einfache, wie sinnreiche Einrichtung solcher Leitstangen oder Walzen ersieht man aus der Zeichnung N. Es sind dies entweder flache, nur an der Vorderseite zylindrisch abgerundete Stangen, oder auch (festliegende) Walzen, die an der Vorderseite dergestalt mit schräglaufenden Rillen oder Kerbungen versehen sind, daß die Hälfte derselben nach der einen, die andere Hälfte dagegen nach der anderen Seite geneigt ist. Indem nun die Zeuge in der Richtung der Pfeile über eine oder mehrere solcher Leitstangen fortgezogen werden, greifen die vorspringenden Winkel der Kerbungen in die etwa vorhandenen Falten ein, und breiten sie auseinander. In so ausgebreitetem Zustande gelangt nun das Zeug zwischen die beiden Walzen E, F, die, um einen recht sanften und gleichförmigen Druck auszuüben, mit einer sechs- oder siebenfachen Lage von baumwollnem Zeuge bekleidet sind; bleibt mit der oberen Walze vorläufig noch in Berührung, und wird endlich von der Walze H aufgenommen. Damit diese letztere in steter Berührung mit der Walze F verbleiben könne, befinden sich ihre Zapfenlager an den Enden zweier drehbaren Arme h k, die bei k ihre Drehpunkte haben, bei i aber mit Löchern versehen sind, durch welche die bogenförmigen, an dem Gestell der Maschine befestigten Führungen l hindurchgehen. Zu Anfang legt sich die leere Walze H auf die Walze F, und rückt nun in dem Maße wie beim Aufwinden der Zeuge ihr Durchmesser anwächst, von ihr ab. Die Bewegung des ganzen Apparates geht von der unteren Walze E aus, welche mittelst eines endlosen Riemens umgetrieben wird. Um die Zeuge sehr vollständig und gleichförmig mit der Beize zu imprägniren, läßt man sie in einigen Kattundruckereien zweimal durch den Beiztreg passiren, und gibt dann das zweite Mal einen verstärkten Druck, indem man das Gewicht g bis zu dem äußersten Ende des Hebels f fortrückt.



Grundstoffe. (Einfache Stoffe, Elemente, Elements.) **In alten Zeiten nahm man vier Elemente an: Feuer, Wasser, Luft und Erde, aus welchen alle Körper zusammengesetzt sein sollten. Diese, auf bloßer Hypothese beruhende Annahme hat sich nun zwar bei den Fortschritten der Chemie als völlig grundlos erwiesen; indessen ist nicht zu verkennen, daß sie aus einer sehr richtigen Auffassung der verschiedenen Aggregatzustände der Materien, dem starren, tropfbarflüssigen und luftförmigen, so wie der Eigenthümlichkeit der sogenannten Imponderabilien: Licht, Wärme, Elektrizität, hervorgegangen ist. Die drei**

Digitized by Google

Elemente der Alchemisten: Salz, Erde und Quecksilber waren dagegen rein aus der Luft gegriffen.

Nach unseren gegenwärtigen Begriffen verstehen wir unter Grundstoffen solche Substanzen, die bis jetzt nicht in anderweitige Bestandtheile haben zerlegt werden können; ohne darum ihre Unzerlegbarkeit zu behaupten. Ihre Zahl beläuft sich gegenwärtig auf 55, und umfaßt die sämmtlichen Metalle nebst einer kleinen Anzahl nicht metallischer Stoffe. Diese letzteren theilt Ure mit noch einigen englischen Chemikern in zwei Abtheilungen, deren erstere, wegen der Stärke ihrer Verwandtschaft zu fast allen anderen Stoffen, mit denen sie sich zum Theil selbst unter Feuererscheinung verbinden, archäal genannt werden (nämlich Sauerstoff, Chlor, Jod, Brom und Fluor), während die zweite Abtheilung die brennbaren nicht metallischen einfachen Stoffe, Wasserstoff, Stickstoff, Schwefel, Phosphor, Selen, Kohlenstoff, Bor und Kiesel umfaßt*). Ein tabellarisches Verzeichniß der bekannten einfachen Stoffe und ihrer Atom- oder Mischungsgewichte findet man im Artikel „Formeln (chemische)."

Grüne Farben. (Green paints, Couleurs vertes.) Im Pflanzenreich kommt außer dem so allgemein verbreiteteten Blattgrün, welches seiner Unhaltbarkeit wegen zu Malerfarben nicht gebraucht werden kann, fast nur ein einziges brauchbares grünes Pigment vor, das Saftgrün. Unter den unorganischen Körpern sind es vornehmlich die Verbindungen des Kupfers, Nickels und zum Theil des Chroms, welche mit grüner Farbe erscheinen, unter welchen aber die Nickel- und Chromverbindungen als eigentliche Malerfarben fast keine Anwendung finden.

Sehr häufig, ja fast gewöhnlich wird Grün durch Mischung von Blau und Gelb hervorgebracht, so das Grün von Barth, das aus gelbem Lack, Berlinerblau und Thon besteht. Im Handel aber kommen dergleichen gemischte grüne Farben eben nicht oft vor, weil sie fast immer erst beim Gebrauche von den Malern und Anstreichern je nach dem verlangten Tone aus mehr oder weniger Blau und Gelb gemischt werden.

Zu den grünen Malerfarben sind vornehmlich die folgenden zu rechnen.

Berggrün; kohlensaures Kupferoxydhydrat. Kommt als Mineral unter dem Namen Machalit vor, wird aber auch künstlich dargestellt.

Bremergrün (M. s. diesen Artikel) ist Kupferoxydhydrat, und in seinem unveränderten Zustande eher blau als grün zu nennen. Mit Oel angerieben bildet es nach Verlauf von einigen Tagen eine grüne Kupferseife, daher der im frischen Zustande blaue Anstrich nach einiger Zeit in ein freundliches, ziemlich helles Grün übergeht. Mit Gummi oder Leim angerieben, behält es seine blaue Farbe unverändert bei.

Braunschweigergrün; ist basisch salzsaures Kupferoxyd, und entsteht durch Einwirkung von Salmiak auf Kupferbleche unter Zutritt der atmosphärischen Luft. Es ist von blaß bläulich grüner Farbe und wenigem Feuer. Gegenwärtig kommt häufiger unter diesem Namen kohlensaures Kupferoxyd im Handel vor.

Mitis-Grün und Scheelesches Grün sind arsenigsaures Kupferoxyd, durch Fällung von essigsaurem oder schwefelsaurem Kupfer durch arsenigsaures Kali. Das Mitis-Grün ist von etwas lebhafterer Farbe als das Scheelesche, und nähert sich in seiner Zusammensetzung dem Schweinfurter Grün, indem es nebst arsenigsaurem auch essigsaures Kupferoxyd enthält.

Schweinfurtergrün. S. diesen Artikel.

---

*) Daß diese eben so unnöthige wie unhaltbare Eintheilung in archäale und brennbare Stoffe in die Wissenschaft keinen Eingang gefunden hat, ist jedem Chemiker bekannt. Anm. der Beard.

Digitized by Google

Veroneser Grün. Ein Mineral, das in der Wissenschaft den Namen Grünerde führt und aus kieselsaurem Eisenoxydul besteht. Die Farbe ist dunkel lauchgrün und von geringem Feuer.

Saftgrün. Ist der eingedickte Saft der Kreuzdornbeeren, welche man zuerst in einem Fasse in Gährung übergehen läßt, sie nach Verlauf von 8 Tagen unter eine Presse bringt, den abfließenden Saft mit etwas Alaun versetzt und bei gelindem Feuer abdampft. Die so erhaltene zähe Masse wird in Schweineblasen aufbewahrt, in welchen sie beim Erkalten erhärtet.

Das Saftgrün wird nur als Wasserfarbe, nie in der Oelmalerei angewendet.

Grüner Vitriol (s. Eisenvitriol.)

Grünfärben. Ein an und für sich grünes Pigment, das sich mittelst Beizen auf den Stoffen befestigen ließe, ist bis jetzt nicht bekannt, daher alles Grün in der Färberei aus Blau und Gelb zusammengesetzt wird, welche einzeln, das Blau zuerst, ausgefärbt werden.

M. s. die Artikel „Färberei" und „Kattundruckerei."

Grünspan. (Verdigris, Vert-de-gris.) Ist essigsaures Kupferoxyd, welches, je nachdem die Verbindung neutral oder basisch ist, die beiden im Handel vorkommenden Sorten, den krystallisirten und den gewöhnlichen Grünspan, darstellt.

A. Der gewöhnliche Grünspan (das basische Salz) wird vorzüglich im südlichen Frankreich aus Kupferblechen angefertigt, die man durch in saurer Gährung befindliche Substanzen (Weintrester) korrodiren läßt. Man nimmt hiezu Kupferplatten von $\frac{1}{2}$ Linie Dicke, welche in rechteckige Streifen von 4 bis 6 Zoll Länge und 3 Zoll Breite zerschnitten werden. Diese Stücke, welche etwa 8 Loth wiegen, werden nun einzeln auf einem Ambos gehämmert, theils um die Oberfläche zu glätten und das Kupfer möglichst zu verdichten, theils um sie von anhängenden Unreinigkeiten und Grünspan zu reinigen.

Um die Weintreber (die ausgepreßten Weinbeeren) vorzubereiten, schüttet man sie, ohne irgend einen Druck anzuwenden, in irdene, gewöhnlich 16 Zoll hohe, und in der Mitte, wo sie am weitesten sind, 14 Zoll, an der oberen Mündung 12 Zoll haltende Töpfe, bedeckt diese mit Deckeln, und legt noch Strohmatten darauf. Nach einiger Zeit beginnt nun, unter allmälig steigender Temperatur, die Gährung zuerst am Boden, später aber den Inhalt an allen Stellen ergreifend. Nach Verlauf von 2 oder 3 Tagen öffnet man die Gefäße, und füllt den Inhalt, der sonst gar bald in Fäulniß übergehen würde, in andere ähnliche Gefäße über. Jetzt ist es Zeit, die neuen, noch nicht gebrauchten Kupferplatten zu präpariren, indem man sie mit einem, in Grünspanlösung getauchten leinenen Läppchen einreibt, und sie neben einander hinlegt und trocknen läßt. Wird diese Vorbereitung bei neuen Platten versäumt, so werden sie bei der folgenden Operation schwarz, statt grün. Sind nun die Platten so weit fertig, und die Treber in saurer Gährung, so legt man, um zu sehen, ob der richtige Zeitpunkt für das Einschichten der Kupferbleche da ist, eine derselben in die gährende Masse, nimmt sie nach 24 Stunden heraus, und untersucht sie. Findet man sie überall mit einem ganz gleichförmigen grünen Ueberzuge bekleidet, so ist dies ein Zeichen von der guten Beschaffenheit der gegohrenen Masse. Wenn dagegen an der unteren Seite der Platte klare Tropfen hängen, wenn, nach dem Ausdruck der Arbeiter, die Platte schwitzt, so ist dies ein Beweis, daß die Temperatur noch zu hoch ist, in welchem Fall man 24 Stunden wartet, um hierauf einen abermaligen Probeversuch zu machen. Nun folgt das Einschichten der vorher erhitzten Bleche. Um nämlich die korrodirende Einwirkung der Essigsäure zu befördern, erwärmt man die Bleche in einem Fasse, das in der

Digitized by Google

Mitte der Höhe mit einem hölzernen Gitterwerk versehen ist, auf welches die Bleche gelegt werden und unter welchem ein Becken mit einigen glühenden Kohlen steht. Die Platten müssen so heiß sein, daß man sie nicht, ohne sich zu verbrennen, anfassen kann, daher die Frauen, welche diese Arbeiten verrichten, sie mit einem Tuche herausnehmen. So heiß legt man sie in abwechselnden Schichten mit gegohrener Masse in thonerne Töpfe ein, so daß zu unterst sowohl, wie zu oberst eine Treberschicht zu liegen kommt. Die Töpfe, deren jeder 30 bis 40 Pfund Kupferbleche aufnimmt, werden nun, mit Strohmatten bedeckt, der Ruhe überlassen.

Nach 10, 12, 15 oder 20 Tagen öffnet man sie, um nachzusehen, ob der Prozeß seine Endschaft erreicht hat, welche sich durch den Eintritt einer weißen Farbe kund gibt. Ist dies der Fall, und zeigen sich lose, glänzende Krystalle auf der Oberfläche der Platten, so nimmt man diese heraus, reinigt sie von den anhängenden Trebern, welche weggeworfen werden, und stellt sie aufrecht in einem Winkel des Grünspankellers, eine gegen die andere gelehnt, auf untergelegten Brettern hin.

Wenn sie in dieser Art zwei oder drei Tage gestanden haben, so befeuchtet man sie durch kurzes Eintauchen in Wasser, und stellt sie wieder hin. Nach Verlauf von sieben oder acht Tagen feuchtet man sie abermals und setzt dieses abwechselnde Befeuchten und Aussetzen an die Luft sechs oder wohl acht Mal in regelmäßigen Zeitintervallen von einer Woche fort. Da das Befeuchten statt mit Wasser häufig auch mit verdünntem Wein geschieht, so nennen die Arbeiter eine jedesmalige Feuchtung einen Wein, und bedienen sich der Ausdrücke: „erster, zweiter, dritter u. s. w. Wein.“

Während dieser Behandlung schwellen die Platten allmälig an, werden grün, und bedecken sich mit einer Kruste von Grünspan, die sich mit einem Messer leicht abschaben läßt.

Ein jeder Topf liefert so 5 bis 6 Pfund feuchten Grünspan, der in diesem Zustande an die Grünspanhändler verkauft wird, die ihn behufs der Versendung trocknen. Sie arbeiten zu dem Ende die teigige Masse in hölzernen Mulden durch, und füllen sie in 1 Fuß lange und 10 Zoll im Durchmesser haltende Säcke von weißgahrem Leder, die sie zum Trocknen dem Sonnenschein und einem freien Luftzuge aussetzen, bis der Grünspan die nöthige Härte zeigt, was sie daran erkennen, daß ein, durch das Leder gestecktes Messer nur schwierig in den Inhalt einzudringen vermag.

In Montpellier wird die Grünspanfabrikation nicht etwa fabrikmäßig, sondern nur im Kleinen als Nebenzweig der Privatökonomie betrieben, und fast durchgehends von Frauenzimmern ausgeführt. Fast jeder Weinbauer hat auch seinen Grünspankeller. Das Einschichten der Bleche und das Abschaben des Grünspans sollen die beschwerlichsten Arbeiten dabei sein. Chaptal, in seiner technischen Chemie, macht auf mehrere Unvollkommenheiten aufmerksam, die wesentlicher Verbesserungen bedürftig, aber auch fähig sind. So z. B. bemerkt er, daß die sauere Gährung eigentlich einer höheren Temperatur bedarf, als sie in den irdenen Töpfen einzutreten pflegt, und daß die Bildung von Grünspan auf den Platten bei ihrer Aufbewahrung im Keller eine andere Temperatur und nicht denselben Feuchtigkeitszustand erfordert, der den übrigen Operationen am besten zusagt, so daß es zweckmäßiger wäre, nicht alle Arbeiten in einem und demselben Lokale vorzunehmen.

Der gewöhnliche Grünspan ist wohl eigentlich als ein Gemenge von neutralem essigsaurem Kupfer und einem basischen Salze zu betrachten, deren relatives Mengenverhältniß nicht immer dasselbe ist. Nach den Untersuchungen von Vauquelin existiren drei verschiedene Verbindungen von Essigsäure mit Kupferoxyd: 1) eine basische Verbindung, die, im Wasser unlöslich, sich in demselben bei gewöhnlicher Temperatur in

Digitized by Google

neutrales Salz und Kupferoxydhydrat zerlegt; 2) das neutrale Salz, dessen Lösung bei gewöhnlicher Temperatur keine Aenderung erleidet, beim Erhitzen aber in Kupferoxydhydrat und in saures Salz zerfällt; und 3) eine saure Verbindung, deren Lösung selbst bei Siedhitze sich nicht zersetzt, und die nur durch spontane Verdunstung, sei es an freier Luft, sei es im luftleeren Raume, zum Krystallisiren gebracht werden kann.

Diese zu ihrer Zeit sehr ausgezeichneten Vauquelinschen Untersuchungen haben sich späterhin nur theilweise bestätigt. Nach unserer jetzigen Kenntniß des Sachverhältnisses geht das Kupferoxyd mit der Essigsäure vier oder fünf verschiedene Verbindungen ein, nämlich a) Neutrales Salz, b) zwei Drittel essigsaures Kupferoxyd, c) halbessigsaures Kupferoxyd (Grünspan), d) ein Drittel essigsaures Kupferoxyd, und e) überbasisches, wie es scheint acht und vierzigstel essigsaures Kupferoxyd. Ob nun der Grünspan in der That als eine einfache Verbindung von zwei Atomen Kupferoxyd mit einem Atome Essigsäure, oder ob er als eine Verbindung von einem Atom neutralem Salz und einen Atom Kupferoxydhydrat angesehen werden müsse, hat noch nicht auf direktem Wege ermittelt werden können.

Der französische, auf die eben beschriebene Art bereitete Grünspan hat eine grünlich blaue Farbe und ein schuppig krystallinisches Gefüge. Der in England, Deutschland und anderen Ländern mit fertigem Essig bereitete Grünspan (gewöhnlich durch Einschichten von Kupferblechen und mit Essig befeuchteten Flanell-Läppchen in hölzernen Kasten, und nachheriges Aussetzen an die Luft erhalten) hat eine fast rein grüne Farbe, und enthält mehr Essigsäure als der blaue.

Der französische Grünspan enthält in 100 Theilen, abgesehen von etwaigen Unreinigkeiten:

Essigsäure . . .	27,45
Kupferoxyd . . .	43,34
Wasser	29,21
	100,00

Der grüne dagegen, welcher größtentheils aus der Verbindung b) zu bestehen scheint, aus:

Essigsäure . . .	37,31
Kupferoxyd . . .	43,13
Wasser	19,56
	100,00

B. Krystallisirter Grünspan, im gemeinen Leben gewöhnlich destillirter Grünspan genannt, ist neutrales essigsaures Kupferoxyd. Man bereitet ihn durch Auflösen von gewöhnlichem Grünspan in der doppelten Menge destillirtem Essig, den man in einem kupfernen Kessel mäßig erwärmt, hierauf den pulverisirten Grünspan hinzugibt, und die Auflösung durch Umrühren mit einem hölzernen Stabe befördert. Wenn die Flüssigkeit klar ist, und eine tief dunkelgrüne Farbe besitzt, läßt man sie einige Zeit in Ruhe, damit sich die etwa unaufgelösten Theile absetzen, und schöpft sie nun vorsichtig in wohl glasirte irdene Gefäße. Auf den ungelösten Rückstand gibt man eine neue Portion Essig, und fügt, wenn sich Alles, bis auf die etwa vorhandenen Unreinigkeiten, aufgelöst hat, und die Säure noch nicht gesättigt erscheint, eine neue Quantität Grünspan hinzu. Die so erhaltenen Lösungen werden nun in einem Kessel, den man durch stetes Nachfüllen beständig voll erhalten muß, gelinde bis zum Erscheinen eines Salzhäutchens abgedampft, und alsdann in glasirte irdene Gefäße (in England oulas genannt) eingefüllt. In jedes dieser Krystallisationsgefäße stellt man zwei oder drei etwa 1 Fuß lange und bis auf 2 Zoll von dem oberen Ende aufgespaltene Stäbe, deren Spalten durch eingeklemmte Holzstückchen geöffnet sind. So vorgerichtet und mit der heißen Kupferlösung gefüllt, bringt man die Gefäße in ein gelind geheiztes Zimmer, in welchem sie

Digitized by Google

bei möglichst gleichmäßiger Temperatur 14 Tage ruhig stehen bleiben. Die Krystalle setzen sich hiebei vorzugsweise an die Stäbe, und bilden so äußerst hübsche Gruppirungen, welche endlich mit Vorsicht ausgehoben, getrocknet und zum Verkaufe verpackt werden. Die Krystalle haben eine rhomboedrische Form, und eine tief blangrüne Farbe. Die Krystallgruppen, welche mit den darin sitzenden Stäben verkauft werden, wiegen gewöhnlich 5 bis 6 Pfund.

Der krystallisirte Grünspan soll nach einer Analyse von Ure in 100 Theilen enthalten:

Essigsäure . . .	52
Kupferoxyd . . .	39,6
Wasser	8,4
	100,0

Das essigsaure Kupferoxyd bildet mit essigsaurem Kalk ein Doppelsalz, das in der Farbe und dem Gesammtansehen dem reinen Kupfersalze sehr ähnlich ist, und welches vor einigen Jahren in Schottland betrügerischer Weise zu einem hohen Preise verkauft wurde. Ure entdeckte den Betrug, und machte eine Analyse von diesem Fabrikate, welches begreiflicher Weise für alle Anwendungen einen weit geringeren Werth als das kalkfreie Salz besitzt, in dem Edinburgh Philosophical Journal bekannt.

Guano. Eine an den Küsten von Peru, auf den Inseln von Chincha bei Pisco und mehren anderen noch südlicher gelegenen Punkten dieser Küste vorkommende eigenthümliche Substanz, die augenscheinlich, auch ihrer chemischen Konstitution nach, durch eine Ansammlung der Exkremente zahlloser Vogelschwärme, größtentheils Reiher, Möven und anderer Seevögel, entstanden ist, die, wer weiß seit wie vielen tausend Jahren, auf diesen Inseln hausen. Es bildet auf diesen Inseln ganze Lager von 50 bis 60 Fuß Höhe und bedeutender Ausdehnung, liefert einen ausgezeichnet wirksamen Dünger, und wird zu dem Ende in großen Quantitäten gegraben und verschifft. Das Guano ist eine erdige Masse von bräunlich gelber Farbe, und einem starken, eigenthümlichen Geruch. Beim Erhitzen entwickelt es viel Ammoniak und verkohlt sich. Der interessanteste Bestandtheil des Guano ist Harnsäure, welche ungefähr im Viertheil des Ganzen beträgt.

Gummi. (Gum, Gomme.) Bildet in seinen verschiedenen Abänderungen einen sehr allgemein verbreiteten Pflanzenstoff, dessen charakteristische Eigenschaften darin bestehen, sich im Wasser (selbst kaltem) zu einer klebrigen Flüssigkeit aufzulösen, in Alkohol, Aether und ätherischen Oelen dagegen ganz unlöslich zu sein. Es ist nicht krystallisirbar, sondern kommt gewöhnlich in unregelmäßig rundlichen Klumpen vor, und ist im reinen Zustande farblos, gewöhnlich aber gelblich oder bräunlich gefärbt. Es hat sehr wenig Geschmack und keinen Geruch; kann unzersetzt nicht geschmolzen werden, sondern bräunt sich beim Erhitzen, schwillt auf und bildet endlich eine poröse Kohle. Durch Digestion mit Salpetersäure werden einige Gummiarten in Schleimsäure verwandelt.

Dem Gummi nahe verwandt, und früher mit ihm verwechselt, ist der sogenannte Pflanzenschleim, oder das Bassorin, das sich von dem Gummi hauptsächlich durch die Eigenschaft, im Wasser sich nicht sowohl aufzulösen, als vielmehr nur zu einer schleimigen Masse aufzuquellen, unterscheidet.

Das wahre Gummi kommt im Handel nur in zwei Abänderungen vor, dem arabischen und dem Senegalgummi; welche beide fast in reinem Gummi, von französischen Chemikern wohl arabine genannt, bestehen. Die meisten unserer Obstbäume, besonders Kirschen-, Pflaumen- und Pfirsichbäume lassen häufig eine gummiähnliche Substanz ausfließen, welche Gummi nebst Pflanzenschleim enthält. Das Bassoragummi und Traganth endlich bestehen fast allein aus Bassorin.

Digitized by Google

Arabisches Gummi fließt aus acacia arabica und acacia vera, die an den Ufern des Nils und in Arabien wachsen. Es erscheint in Gestalt kleiner, gewöhnlich an der einen Seite rundlicher, an der gegenüberliegenden Seite aber ausgehöhlter Stückchen, ist durchsichtig, dabei zuweilen ganz farblos, gewöhnlich gelblich oder bräunlich, spröde und daher leicht zu pulverisiren. Gelbe Stücke kann man dadurch bleichen, daß man sie bei der Siedhitze des Wassers der Luft und dem hellen Sonnenschein aussetzt. Spezifisches Gewicht = 1,355. Lakmuspapier wird davon in Folge eines sehr geringen Gehaltes von saurem apfelsaurem Kalk schwach geröthet, auch hat man Spuren von Chlorkalium und Chlorcalcium darin aufgefunden. Es findet mehrfache Anwendung, theils in der Medizin, theils zum Appretiren von Seidenstoffen, zum Kleben und anderen Zwecken.

Senegal-Gummi wird an der Mündung des Senegal, besonders im Monat November von der acacia senegal, einem 18 bis 20 Fuß hohen Baume gesammelt, aus dessen Stamm und Aesten es ausfließt und zu Klümpchen, etwa von der Größe eines Rebhühnereies, erhärtet. Mitunter sind die Stücke noch größer und im Innern hohl. Spezifisches Gewicht = 1,436. In seinem chemischen Verhalten kommt es mit dem arabischen Gummi fast völlig überein; es ist aber im Allgemeinen weniger hell von Farbe, und häufiger verunreinigt. Seine Hauptanwendung ist in der Kattundruckerei als Verdickungsmittel.

Kirschbaum-Gummi. Besteht in 100 Theilen aus 52,1 Gummi, 54,9 Pflanzenschleim, den man hier wohl Cerasin genannt hat; 12 Wasser und 1 Th. Salze. Es findet, da es sich nur theilweise im Wasser löst, und wenig klebrig ist, keine technische Anwendung.

Traganth. Wird zu Ende des Juni von dem Astragalus tragacantha, der auf Kreta und den benachbarten Inseln wächst, gesammelt, und ist an der Form seiner Stückchen, welche ein gekräuselt band- oder nudelförmiges Ansehen darbieten, leicht zu erkennen. Die Farbe ist gelblichweiß oder röthlich, dabei ist es nur wenig durchscheinend und etwas biegsam, und eben daher sehr schwierig zu pulverisiren, wenn man nicht den Kunstgriff anwendet, den Mörser warm zu machen. — Spezifisches Gewicht = 1,384. Mit Wasser übergossen, löst es sich nur zu einem kleinen Theile auf, während bei Weitem der größte Theil sehr stark aufschwillt und einen dicken Schleim darstellt. 100 Theile enthalten 53,3 Gummi, 33,3 Bassorin und Stärke (?), 11 Wasser und 2 bis 3 Salze. Es wird zu mancherlei Zwecken, unter andern auch in der Kattundruckerei, so wie auch zum Kleben benutzt.

Ueber Bassoragummi sehe man den Artikel „Bassorin".

Endlich kommt noch in verschiedenen Samenkornern, wie z. B. in den Quittenkernen und dem Leinsamen, Pflanzenschleim vor, daher solche Körner mit Wasser ausgezogen, demselben eine ganz schleimige Beschaffenheit ertheilen.

Ueber das durch gelindes Rösten des Stärkemehls entstehende Stärkegummi sehe man den Artikel „Stärke."

Gummigutt (Gamboge, Gomme Gutte) gehört zu der Klasse der Gummibarze, und wird durch Eintrocknen des gelben Milchsaftes, der aus verschiedenen Bäumen ausfließt, gewonnen.

Die schlechteste Sorte kommt von Gambogia gutta, einem an den Küsten von Ceylon und Malabar wachsenden Baume; die beste dagegen von Guttaefera vera (Stalagmites gambogioides) auf Ceylon und Siam. Es ist im festen Zustande undurchsichtig, von gelbbrauner Farbe und muschligem Bruch. Durch Behandlung mit Alkohol wird das gelbe Harz unter Rücklassung des Gummigehaltes aufgelöst; mit Wasser dagegen bildet es eine hochgelbe Emulsion, welche in der Wassermalerei als gelbe Saftfarbe gebraucht wird. Die geistige Lösung bildet ein Ingrediens des gelben Goldfirnisses. In der Medizin wird es als ein sehr kräftiges Purgirmittel gegeben.

Digitized by Google

Gummiharze (Gum-resins, Gomme-résines). Sehr viele Pflanzen lassen, wenn man in die Stämme, Zweige, Blätter oder Wurzeln Einschnitte macht, einen weißen oder gefärbten Milchsaft hervorquellen, der allmählig an der Luft erhärtet, und in diesem Zustande mit dem generischen Namen Gummiharz belegt wird. Die Hauptbestandtheile sind Gummi und ein Harz, oder statt desselben ein anderer in Wasser unlöslicher Körper, wie Kautschuk, Wachs oder dergl., welches letztere in der klebrigen Gummilösung in höchst fein zertheiltem Zustande aufgeschwemmt, die milchige Beschaffenheit des Saftes bedingt. Die eingetrocknete Substanz, das Gummiharz, ist gewöhnlich undurchsichtig und verschiedentlich gefärbt, dabei zum Theil von bittrem Geschmack und gewöhnlich, durch einen Gehalt von ätherischem Oel, riechend. In Wasser erweichen sie sich wieder zu einem Milchsafte. Alkohol dagegen zieht das Harz, falls es in demselben löslich ist, aus, und hinterläßt das Gummi. Die Gummiharze finden fast nur eine Anwendung in der Medizin, und nur wenige, so das Gummigutt, gestatten auch anderweitige Benutzung. Die wichtigsten sind Asafoetida, Ammoniakgummi, Bdellium, Euphorbium, Galbanum, Gummigutt, Myrrhe, Olibanum, Opopanax und Skammonium. Den wichtigeren derselben sind besondere Artikel gewidmet.

Gummilack (Lac, gomme-laque). In Siam, Assam, Pegu, Bengalen und Malabar wachsen mehrere Pflanzen, als ficus religiosa, ficus indica, rhamnus jujuba, croton laceiferum und butea frondosa, auf welchen kleine Insekten, nämlich coccus lacca oder coccus ficus leben, deren Weibchen durch einen Stich in die Rinde das Austreten eines harzigen Saftes hervorrufen, der allmählig erhärtet, und in diesem Zustande die Zweige in Gestalt einer röthlichen warzigen Kruste bedeckt. Das weibliche Insekt hat die Größe einer Laus, ist rund und platt, von rother Farbe, mit 12 Bauchringen, Antennen und sechs Klauen von der halben Länge des Körpers. Das männliche Thier ist noch einmal so groß, als das Weibchen, und mit 4 Flügeln versehen. Auf etwa 5000 weibliche kommt nur ein männliches Insekt. Im November oder December schlüpft die junge Brut aus den Eiern, die unter dem todten Körper der Mutter liegen; die kleinen Thierchen kriechen nur ein wenig auseinander und setzen sich auf der Rinde fest. In dieser Zeit findet man die Zweige der erwähnten Pflanzen oft dermaßen von diesen Thierchen übersäet, daß sie wie mit einem rothen Pulver bestaubt erscheinen, und durch den großen Saftverlust leicht vertrocknen. Wenn sich Vögel auf solche Zweige setzen, hängen sich die Thierchen oft in Menge an ihre Krallen, und werden so auch nach andern Pflanzen verschleppt.

Nach einiger Zeit sieht man auf allen Zweigen kleine warzige Inkrustationen entstehen, wobei die Thiere sichtlich mit einer klaren zähen Flüssigkeit überzogen sind. Während nun die Thiere allmählig wachsen, nimmt auch der Harzüberzug mehr und mehr an Dicke zu, und bildet endlich zellige Höhlungen, in welchen die Thiere liegen. Im März haben diese die Gestalt kleiner ovaler Säckchen ungefähr von der Größe der Cochenille, die sich nicht im mindesten rühren, und überhaupt gar keine Lebenszeichen von sich geben; dabei einen ausgezeichnet schön rothen Saft enthalten, der sie zum Theil auch äußerlich umgibt. Nachdem sie in diesem Zustande eine Zeit verlebt haben, legen sie ihre Eier, und im Monate Oktober und November, wo der rothe Saft sich allmählig verliert, arbeiten sich 20 oder 30 Junge durch den Körper der Mutter hindurch, um einen gleichen Lebenslauf zu beginnen. Die leeren Zellen bleiben auf den Zweigen zurück, und bestehen aus dem eingetrockneten Milchsaft der Pflanze, welcher den Thieren zur Nahrung dient, und einer kleinen Menge des erwähnten rothen Saftes, der, wie es scheint, in dem Körper der Mutter gebildet wird, um das Nahrungsmittel für die junge, den Eiern entschlüpfte Brut abzugeben. In größter Menge befindet sich daher der rothe Saft in dem Körper der Thiere, nachdem sie ihre Eier gelegt haben, so wie auch in den Eiern selbst, und als nächste Umhüllung derselben.

Digitized by Google

Nachdem die den Eiern entschlüpfte Brut in dem Leichnam der Mutter die erste Nahrung gefunden und sich durch dieselbe ihren Weg gebahnt hat, ist von der rothen Substanz nur wenig mehr vorhanden, daher es am zweckmäßigsten ist, die Zweige vor Eintritt dieses Zeitpunktes abzubrechen, und an der Sonne zu trocknen. In Ostindien geschieht dies zweimal im Jahr, im März und Oktober. — Die mit der harzigen, strahlig zelligen Substanz überzogenen Zweige stellen das im Handel vorkommende Stocklack dar, welches eine mehr oder weniger dunkelrothe Farbe besitzt, dabei durchscheinend und hart, und von glänzend muschligem Bruche ist. Das beste Stocklack ist das Siamesische, nächst diesem folgt das von Assam, und das schlechteste ist das Bengalische, bei welchem der Harzüberzug nur sparsam, dünn und in unregelmäßigen Partien vorkommt. Bei dem Siamesischen findet man Exemplare, die rund umher mit ¼ Zoll dicken Inkrustirungen bekleidet sind.

Nach einer Analyse von John besteht das Stocklack in 120 Theilen aus:

riechendem Harz	80,00
eigenthümlichem Lackstoff	20,00
Farbstoff, dem der Kochenille ziemlich gleich	4,50
bitterer balsamischer Materie	3,00
dunkelgelbem Extrakt	0,50
einer eigenthümlichen Säure	0,75
fettiger, wachsartiger Materie	3,00
Insektenüberresten	2,50
Salzen	1,25
Erden	0,75
Verlust	3,75

Wenn man die harzige Masse von den Zweigen abklopft, sie gröblich zerstößt und in einem Mörser mit Wasser durchreibt, so löst sich der größte Theil des rothen Farbstoffes darin auf, während das Harz ungelöst zurückbleibt, das, an der Sonne getrocknet, das Körnerlack (seed lac) bildet. Dieses ist nun schon reineres Harz, und enthält nach John's Analyse in 100 Theilen 66,7 Harz; 1,7 Wachs, 16,7 Lackstoff; 2,5 bittere balsamische Materie; 3,9 Farbstoff; 0,4 dunkelgelbes Extrakt; 2,1 Insektenreste, und 6,0 Salze, Erden und Verlust.

Um das Körnerlack weiter zu reinigen, geht man in Indien folgendermaßen zu Werke: Man schüttet es in lange Säcke von baumwollenem Zeuge, läßt diese durch zwei Leute, deren jeder den Sack an einem Ende anfaßt, über Kohlenfeuer halten, und wenn das Harz zu schmelzen anfängt, mit einiger Kraft zusammendrehen, so daß das flüssige Harz sich hindurchpreßt, und auf untergelegte platte Stücke von Banianenbaumholz herabtropft. Durch diese Operation nimmt es die Form dünner Platten an, in welcher es unter dem Namen Schellack einen wichtigen Handelsartikel ausmacht.

Das Stocklack von Pegu ist von sehr dunkler Farbe, und liefert daher auch ein dunkelbraunes Schellack von geringem Werthe. Das hellste und beste kommt von dem nordlichen Circar. Eine andere Stocklacksorte wird in Mysore gewonnen, welche recht gutes Schellack, und ausgezeichnet schönes Lac-dye liefert.

Die bei der Reinigung des Körnerlackes erhaltene wässrige Lösung des Farbstoffes wird zur Trockne abgedampft und der Rückstand in kleine Kuchen von etwa 2 Zoll im Quadrat und ¼ Zoll Dicke geformt. Diese führen den Namen Lac-dye; bestehen aber nicht aus reinem Farbstoff, sondern enthalten nach John noch etwa ¼ Harz, nebst 22 Prozent erdiger Unreinigkeiten.

Nach einer Benachrichtigung des Dr. Macleod in Madras an den Dr Ure ist es dem ersteren gelungen, ein vorzüglich schönes Lac-dye dadurch zu bereiten, daß er es in einem kalten, wenig alkalischen Dekokt der getrockneten Blätter von Memecylon tinctorium (vielleicht dem Meme-

Digitized by Google

cylon capitellatum, aus welchem die Eingebornen von Malabar und Ceylon einen safrangelben Farbstoff gewinnen) mazeriren läßt. Die so erhaltene Lösung lieferte auf Wolle, nach vorhergegangenem Beizen mit konzentrirter Zinnsolution, ein sehr feuriges Scharlach.

Die von Indien kommenden Lac-Dye-Kuchen sind von den Produzenten mit besonderen Zeichen gestempelt und werden gegenwärtig in England ganz allgemein zur Tuchfärberei gebraucht, wobei sie ein eben so brillantes, und der Einwirkung des Schweißes besser widerstehendes Roth liefern, als Kochenille.

Früher nahm man allgemein Schwefelsäure, um die pulverisirten Kuchen aufzulösen; später hat es sich aber herausgestellt, daß Salzsäure noch besser ist, welche daher die Schwefelsäure verdrängt hat.

Ein sehr gutes Auflösungsmittel (Nro. 1) erhält man durch Auflösen von 3 Pfund Zinn in 60 Pfund Salzsäure von 1,19 spezifisches Gewicht. Die eigentliche Beize aber bereitet man, indem man 27 Pfund Salzsäure von 1,17 spezifischem Gewicht mit 1½ Pfund Salpetersäure von 1,19 mischt, die Mischung in einen salzglasirten Steintopf gibt, und nach und nach 4 Pfd. Körnerzinn einträgt. Die so erhaltene Zinnlösung (Nr. 2) kann schon zwölf Stunden nach ihrer Darstellung, vorausgesetzt daß sie sich ganz abgekühlt und geklärt habe, zum Beizen verwendet werden.

Um mit Lac-Dye zu färben, gibt man auf jedes Pfund pulverisirter Kuchen 1¼ Quart der Lösung Nr. 1, und läßt sie 6 Stunden darauf stehen. Das Tuch muß vorher durch Walken mit Walkerde völlig gereinigt sein. Um nun 100 Pfund Tuch zu färben, füllt man einen zinnernen Kessel von 750 Quart Inhalt fast ganz mit Wasser, und macht Feuer darunter an. Ist die Temperatur auf 65° C. gekommen, so gibt man eine Hand voll Kleie und 1 Quart der Zinnlösung Nr. 2 dazu. Wenn die Temperatur dem Siedpunkt sich nähert, so bildet sich auf der Oberfläche des Bades ein Schaum, den man abschöpft, worauf man die Flüssigkeit zum Sieden bringt, und jetzt 10½ Pfund Lac-Dye, wie oben gesagt, mit 14 Quart Zinnlösung Nr. 1, und 3½ Pfund der Lösung Nr. 2 hineingibt. Gleich darauf hängt man einen leinenen Beutel mit 10½ Pfund Weinstein und 4 Pfund gemahlenem Schmack in das Bad, und läßt ihn 5 Minuten darin. Nunmehr wird das Feuer ausgelöscht, 80 Quart kaltes Wasser mit 21 Quart Zinnsolution (Nr. 2) hinzugegeben, das Tuch eingebracht und 10 Minuten lang in steter Bewegung erhalten. Jetzt zündet man das Feuer wieder an, bringt das Bad so schleunig wie möglich zum Sieden, und erhält es darin eine Stunde lang, während das Tuch beständig, aber weniger schnell wie vorher, darin herumgenommen wird. Zuletzt spült man das Tuch im Fluß, und schließlich mit bloßem Wasser in der Walke.

Beim Scharlachfärben kann das Lac-Dye ganz vollkommen die Stelle der Kochenille vertreten, zu zarteren rothen Tönen dagegen nicht wohl, weil die zur Auflösung des Farbstoffes erforderliche starke Säure das Feuer des Pigmentes in gewissem Grade beeinträchtigt. —

Das Schellack wird in bedeutenden Quantitäten, theils als Hauptbestandtheil des Siegellackes, theils zur Politur der Tischler, theils, wiewohl seltener, zu eigentlichen Firnissen verwendet. Um es zu bleichen, kann man es in schwacher Kalilauge auflösen und Chlorgas so lange hindurchleiten, bis die braune Farbe der Flüssigkeit verschwunden ist. Hierauf setzt man, um das Harz vollständig zu fällen, noch etwas Salzsäure zu, und trocknet das ausgeschiedene Harz. In diesem gebleichten Zustande gibt es mit Alkohol, besonders unter Zusatz von etwas Terpenthinöl, einen trefflichen, blaß gelblichen Firniß.

Nach den Analysen von Unverdorben enthält das Schellack

1) ein in Alkohol und Aether lösliches Harz,

2) ein in Alkohol lösliches, in Aether aber unlösliches Harz,

Digitized by Google

3) eine harzige, in kaltem Alkohol wenig lösliche Materie,
4) ein krystallisirbares Harz,
5) ein in Alkohol und Aether lösliches, in Steinöl aber unlösliches unkrystallisirbares Harz,
6) das unverseifte Fett des Insektes, nebst Oel- und Margarinsäure,
7) Wachs,
8) Lackstoff,
9) einen extraktiven Färbstoff.

Tabelle
über die Ein- und Ausfuhr, so wie über den Verbrauch und die Preise von Lac-Dye in England.

Jahr.	Einfuhr Pfund.	Ausfuhr Pfund.	Verbrauch im Inlande.	Preise.
1802	253			
1803	1735			
1804	531			
1805	1987			
1806	0			
1807	25350			
1808	5731			
1809	40632			
1810	235154			
1811	378325			
1812	198250			
1813	289654			
1814	278899	5071	133935	
1815	598592	8441	137915	
1816	269373	27412	162894	
1817	384909	23091	234763	
1818	242572	32079	323169	
1819	179511	21707	207063	
1820	441486	49519	912514	
1821	641755	91925	322837	
1822	872967	29578	349351	
1823	534220	13050	414714	
1824	604269	53843	483339	
1825	541443	61908	385734	
1826	760729	68603	395609	ß. d. ß. d.
1827	756315	76875	448270	1. 9.—4. 0.
1828	512874	54999	397867	1. 3.—3. 9.
1829	475632	39344	433851	1. 3. - 3. 6.
1830	534341	78099	548865	0. 9.—3. 3.
1831	913562	175717	597568	0. 4.—2. 6.
1832	378813	69842	594155	0. 4.—2. 3.
1833	326894	66447	426460	0. 9.—2. 4.
1834	708959	89229	398832	0. 11. 2. 4.
1835	528564	203810	573288	0. 11.—3. 0.
1836	642436	200975	642615	1. 0.—4. 0.
1837	1011674	133959	427890	1. 0. 3. 9.

Gyps. (Gypsum, Plaster of Paris, Gypse, Plâtre.) Natürlicher schwefelsaurer Kalk mit Krystallisationswasser. Ist in reinem Zustande weiß, häufig aber durch fremdartige Beimengungen grau, röthlich, bläulich oder anders gefärbt, meistens aber von lichten Farben. Besonders ist er leicht an dem geringen Härtegrad zu erkennen, in dessen Folge er selbst durch den Fingernagel leicht geritzt wird. In größeren Massen tritt er

Digitized by Google

nur in feinkörnigem oder dichtem Gefüge auf, in kleineren Partien dagegen oft krystallisirt, wo er denn vollkommene Durchsichtigkeit und Farblosigkeit mit einer ausgezeichnet spathigen Struktur verbindet, und sich in einer Richtung zu den feinsten Blättchen spalten läßt. — Von technischer Wichtigkeit ist nur der körnige und dichte Gyps, welcher, im Fall seine Farbe rein weiß ist, den Namen „Alabaster" führt. (M. s. diesen Artikel.)

Hinsichtlich seines geologischen Vorkommens ist zu erwähnen, daß er vornehmlich an drei Stellen in der geologischen Reihenfolge der Gebirgsformationen auftritt, nämlich im Uebergangsgebirge, in der Formation des bunten Mergels und endlich in den tertiären Ablagerungen oberhalb der Kreide.

1. Der Uebergangs-Gyps. Zu diesem gehören nach Brochant unter andern die Alpengypse, die sich besonders durch das Mitvorkommen von Anhydrit, d. i. wasserfreiem schwefelsaurem Kalk, und von Steinkohle charakterisiren. Er ist theilweise weiß und dann ziemlich rein, theilweise grau oder gelblich und mit Glimmerblättchen, Talk, Steatit, Magneteisenstein, Schwefelkies, dichtem Kalkstein, Schwefel und Steinsalz verunreinigt. Von dieser Art ist der Gyps von Val-Canaria am Fuß des St. Gotthard, der von Brigg im Velais, der von Grilla im Chamounithal, und der von St. Gervais-les-bains bei Sallenches in Savoyen. Das Vorkommen von Gyps im Uebergangsgebirge ist inzwischen höchst beschränkt, und in technischer Beziehung von gar keiner Bedeutung.

2. Der sekundäre Gyps ist schon weit bedeutender und wird hauptsächlich in der sogenannten Liasformation (dem Gryphitenkalke), dem Keuper oder bunten Mergel und dem Muschelkalk gefunden. In England sind bei Northwick die Lager von buntem Mergel, welche die großen Steinsalzablagerungen decken, unregelmäßig mit Gyps in zahlreichen Tafeln oder Gängen durchsetzt. Bei Newbiggin in Cumberland liegt der Gyps in rothem Thonmergel zwischen zwei Sandsteinlagern, und eine englische Meile südlich von Whitehaven erstrecken sich die unterirdischen Alabasterbrüche bis auf eine Weite von 90 Fuß in gerader Linie mit zwei oder drei etwa 30 Fuß langen Seitenarmen, die zu weiten Höhlungen, den eigentlichen Brüchen, führen, wo der Gyps durch Sprengarbeit gewonnen wird. Der hier vorkommende Gyps ist meistentheils dicht, und bildet ein ziemlich regelmäßig gestaltetes Lager, in welchem hie und da mit Gypskrystallen ausgekleidete Druſenräume gefunden werden.

Auch auf der Insel Arholme und mehreren anderen Punkten von Nottinghamshire findet sich Gyps im bunten Mergel. Derbyshire besitzt mehrere bedeutende Gypsstöcke in derselben ebengenannten Formation, deren mehrere auch bebauet werden. Der bedeutendste bildet den Chellaston-Hügel, der, wenn man ihn von seiner äußeren Bekleidung von aufgeschwemmtem Thone entblößte, einen nackten Gypsfelsen darstellen würde. Der meiste hier gewonnene Gyps, sowohl der ganz weiße, als auch der röthlich gestreifte wird nach Staffordshire an die dortigen Steingutmanufakturen verkauft, welche sich desselben zur Anfertigung der Formen bedienen. Nur sehr reine schöne Blöcke werden als Alabaster zu verschiedenen Kunstarbeiten auf der Drehbank verarbeitet.

In einem der Salzwerke von Droitwich haben angestellte Bohrversuche folgende Resultate ergeben: zu oberst 3 Fuß Ackerkrume, dann 35 Fuß bunter Mergel, 40 Fuß Gyps, dann ein 22 Zoll mächtiger Strom von Salzsoole, dann wieder 75 Fuß Gyps, endlich Steinsalz, das nur bis auf 5 Fuß angebohrt wurde, sich aber wahrscheinlich weit tiefer fortererstreckt. Am Bristolkanal kommt in den, aus buntem Mergel bestehenden Klippen von Glamorganshire, zwischen Pennarth und Lavernock, Gyps eingesprengt vor.

In dem sekundären Gypse hat man bisher weder organische Ueberreste, noch metallische Fossilien angetroffen.

Digitized by Google

3. Die wichtigsten und interessantesten Gypse endlich sind wohl die in den tertiären Gebirgsmassen auftretenden, deren Bildung in einer späteren Periode von sich gegangen ist. In ihnen werden mitunter fossile Knochen von Säugethieren und Vögeln einer untergegangenen uns unbekannten Schöpfung gefunden; ferner Muschelschalen. Ein anderes charakteristisches Kennzeichen dieser tertiären Gypse ist ein nicht unbedeutender Gehalt an kohlensaurem Kalk, in Folge dessen sie mit Säuren brausen. Zu dieser Kategorie gehört der Gyps von Paris, der an vielen Puukten in der Umgebung dieser Stadt, am ausgezeichnetsten am Montmartre vorkommt, und von den französischen Geognosten so ausführlich studirt und beschrieben ist. Er ist im Allgemeinen von forniger Struktur, schießt aber häufig Krystalle von spathigem Gyps ein.

Von dem eigentlichen Gyps muß wohl unterschieden werden der Anhydrit, welcher sich nicht nur in chemischer Hinsicht, insofern er kein Krystallisationswasser enthält, sondern auch in seinen äußeren Eigenschaften, besonders durch größere Härte, die der des Kalkspathes gleichkommt, von dem Gypse unterscheidet. Er ist keiner technischen Benutzung fähig.

Gyps ist im Wasser löslich, jedoch in so geringer Menge, daß zur Lösung die fünfhundertfache Menge Wassers erforderlich ist. Ein solches gypshaltiges Wasser ist des Kalkgehaltes wegen hart, und für manche technische Benutzung unbrauchbar. Auf glühende Kohlen geworfen wird der Gyps unter geringem Dekrepitiren, wobei das Wasser entweicht, ganz undurchsichtig; eine Erscheinung, die man am schönsten bei dem spathigen ganz durchsichtigen Gyps beobachten kann, der sich hiebei stark aufblättert, und ein ganz kreidiges Ansehen gewinnt. Wenn man zerstoßenen Gyps der Backofenwärme, oder einer Temperatur von etwa 200° C. aussetzt, so entweicht das Krystallisationswasser in Dampfgestalt, wodurch das Pulver in eine wallende Bewegung geräth, gleichsam als wenn es kochte. Läßt man die Temperatur nicht über 200° steigen, pulverisirt den so gebrannten Gyps noch einmal möglichst fein, und rührt ihn mit Wasser zu der Konsistenz von Rahm an, so erhärtet er in kurzer Zeit, worauf sich die Hauptanwendung des Gypses zum Gießen gründet, welche sogleich näher beschrieben werden soll. Die Erhärtung beruht darauf, daß sich das Wasser mit den Theilchen des vorher entwässerten Gypses wieder verbindet, und hiebei ein Konglomerat feiner Krystallnadeln bildet, welches nach dem Trocknen mit bedeutender Kraft zusammenhängt. Während dem Erhärten findet eine geringe Ausdehnung der Masse Statt, in deren Folge sie in die feinsten Vertiefungen der Form eingepreßt wird, und daher sehr genaue und scharfe Abgüsse liefert.

Wenn aber beim Brennen die Hitze über die erwähnte Temperatur sich erhebt, oder gar bis zum Glühen steigt, so erleiden die Theilchen eine Verdichtung, wodurch sie die Fähigkeit, sich mit Wasser chemisch zu vereinigen, mehr oder weniger vollständig einbüßen; daher denn die Beachtung der richtigen Temperatur als erstes Erforderniß beim Gypsbrennen die größte Aufmerksamkeit in Anspruch nimmt.

Der Pariser Gyps enthält etwa 12 Prozent kohlensauren Kalk, und soll dadurch die Eigenschaft besitzen, an Steinen fest zu haften, eine Eigenschaft, die dem reinen Gypse abgeht, so daß er als ein schnell bindender Mörtel beim Bauen vielfach benutzt wird; auch soll er einen höheren Härtegrad annehmen, als der reine Gyps.

Wenn man gebrannten Gyps statt mit reinem Wasser, mit nicht zu schwachem Leimwasser anmacht, und durch zugesetzte Farben färbt, so entsteht der sogenannte Stuck, der zur künstlichen Nachbildung von Marmor allgemeine Anwendung findet.

Nach einer kurzen Notiz von Gay-Lussac in den Annales de Chimie, April 1829, sollen die verschiedenen Gypsarten um so weniger erhärten, je reiner sie sind. Ein Zusatz von Kreide trägt nichts zur Vermehrung der Härte bei, auch ist die zum Gypsbrennen erforderliche Temperatur

Digitized by Google

viel zu niedrig, als daß die Kohlensäure des kohlensauren Kalkes, der in dem Gyps von Mortmartre enthalten ist, dadurch ausgetrieben werden könnte. Nach Gay-Lussac nimmt der Gyps um so größere Härte an, je härter er vor dem Brennen war, so daß es scheint, als wenn sich beim Erhärten mit Wasser dieselbe molekulare Anordnung wiederherstellt, die vor dem Brennen vorhanden war.

In Deutschland, Frankreich und Amerika ist Gyps als eine Art Düngmittel vielfach angewendet, und als sehr wirksam empfohlen; in England dagegen sollen die diesfallsigen Versuche durchaus keine genügenden Resultate gegeben haben.

Zum Gypsgießen dienen meistentheils Formen, die selbst aus Gyps angefertigt sind, und die man, um das Anhaften des eingegossenen Gypses zu verhindern, mit Oel tränkt. Bei einfachen Gestaltungen der herzustellenden Gegenstände ist hiebei nicht die geringste Schwierigkeit; wenn dagegen mehrfache, stark einspringende Vertiefungen vorkommen, so ist es einleuchtend, daß das Abheben der Form von dem Guße nicht so leicht, ja gewöhnlich nur dadurch möglich werden könne, daß man die Form aus vielen einzelnen, genau an einander passenden Theilen bestehen läßt; und wenn Vertiefungen vorkommen, die sich in der Tiefe erweitern, so ist es fast unmöglich, die Gypsform, ohne sie zu zerstören, von dem Guße zu trennen.

Um diesen Unbequemlichkeiten zu entgehen, hat man in der neueren Zeit angefangen, sich elastischer Formen zu bedienen. Der Mr. Douglas Fox, Arzt in Derby, beschäftigte sich damit, anatomische Präparate in Gyps zu gießen, und fand hiebei begreiflicher Weise wegen der vielen unregelmäßig vor- und rückspringenden Theile, zumal beim Abformen fester Theile die größten Schwierigkeiten, indem es unmöglich war, aus größeren Vertiefungen die Form unbeschädigt herauszunehmen. Hiedurch wurde er auf die Idee gebracht, sich zum Abformen einer elastischen Substanz zu bedienen, von welcher sich erwarten ließ, daß sie sich selbst bei sehr komplizirten Gestaltungen des Gegenstandes aus den Vertiefungen würde herausziehen lassen, ohne dabei Schaden zu nehmen. Nach mehrfachen Versuchen entdeckte er ein sehr angemessenes Material hiezu im Leim, wodurch nicht nur die in Rede stehende Schwierigkeit gehoben, sondern zugleich der wesentliche Vortheil erreicht wurde, daß die Zahl der Formtheile gegen früher sehr bedeutend vermindert werden konnte.

Das Abformen mit Leim wird folgendermaßen bewerkstelligt Der Gegenstand wird mit Oel bestrichen, in Entfernung von ungefähr einem Zoll über einem Brett befestigt, und nun mit einem Rande von Thon umgeben, der ebenfalls einen Zoll von ihm absteht, und bis über den höchsten Punkt des abzuformenden Gegenstandes sich erhebt. In den Zwischenraum gießt man nun eine heiße, möglichst starke Leimauflösung, die jedoch noch hinlängliche Flüssigkeit besitzen muß, um sich der Oberfläche des Gegenstandes genau anzuschließen. Man wartet nun die völlige Abkühlung des Leimes ab, wo er bekanntlich gelatinirt, und die bezweckte zäh-elastische Konsistenz gewinnt. Nunmehr wird der Thonrand beseitigt, und der Leim mit einem spitzen Messer in so viele Stücke zerschnitten, wie die Gestalt des Gegenstandes es erheischt. Statt des Zerschneidens mit dem Messer kann man auch vor dem Eingießen des Leimes dünne Zwirnfäden in den angemessenen Richtungen über den abzuformenden Gegenstand legen, welche man nach dem Erstarren des Leimes nur anzuziehen braucht, um ihn so zu zerschneiden. Die einzelnen Stücke werden sodann von dem Original abgenommen, geölt, wieder zusammengesetzt, und mit Bindfaden zusammen gebunden.

Bei größeren Gegenständen thut man wohl, hölzerne Stäbchen durch die Leimstücke zu stecken, um sie sicherer in ihrer Gestalt zu bewahren; oder auch, man befestigt die ganze zusammengebundene Form auf einem

Digitized by Google

Brette, um sie vor etwaigen Verbiegungen zu sichern. Ist nun die Form völlig zugerichtet, so kann man unmittelbar mit dem Eingießen des Gypses beginnen.

Unter Umständen kann man solche Leimformen auch zu Watsabgüssen benutzen, wobei nur darauf zu sehen ist, daß das Wachs nicht zu heiß in die Form kommt, in welchem Falle der Leim flüssig wird. Ist die Leimform recht kalt, und das Wachs nur gerade geschmolzen, so erstarrt das letztere so schnell, daß eine Beschädigung der Leimform nicht zu besorgen ist, und daß sich auch die feinsten Vertiefungen sehr gut ausgießen.

Wenn man die Absicht hat, eine Leimform längere Zeit aufzubewahren, so läßt sich das Austrocknen dadurch vermeiden, daß man dem geschmolzenen Leim eine geringe Menge Syrup zusetzt. Eine solche Mischung von Leim und Syrup wird auch von den Buchdruckern zur Anfertigung der Schwärzwalzen statt der sonst üblichen ledernen ausgepolsterten gebraucht.

Wenn gleich die ursprüngliche Absicht bei den Leimformen darin bestand, sie nur in solchen Fällen anzuwenden, wo harte Formen überhaupt nicht zulässig sind, so haben sie sich später auch bei einfacheren Aufgaben so ungemein bequem gezeigt, daß sie gegenwärtig in vielen Fällen Anwendung finden, in welchen auch harte Formen zulässig sein würden.

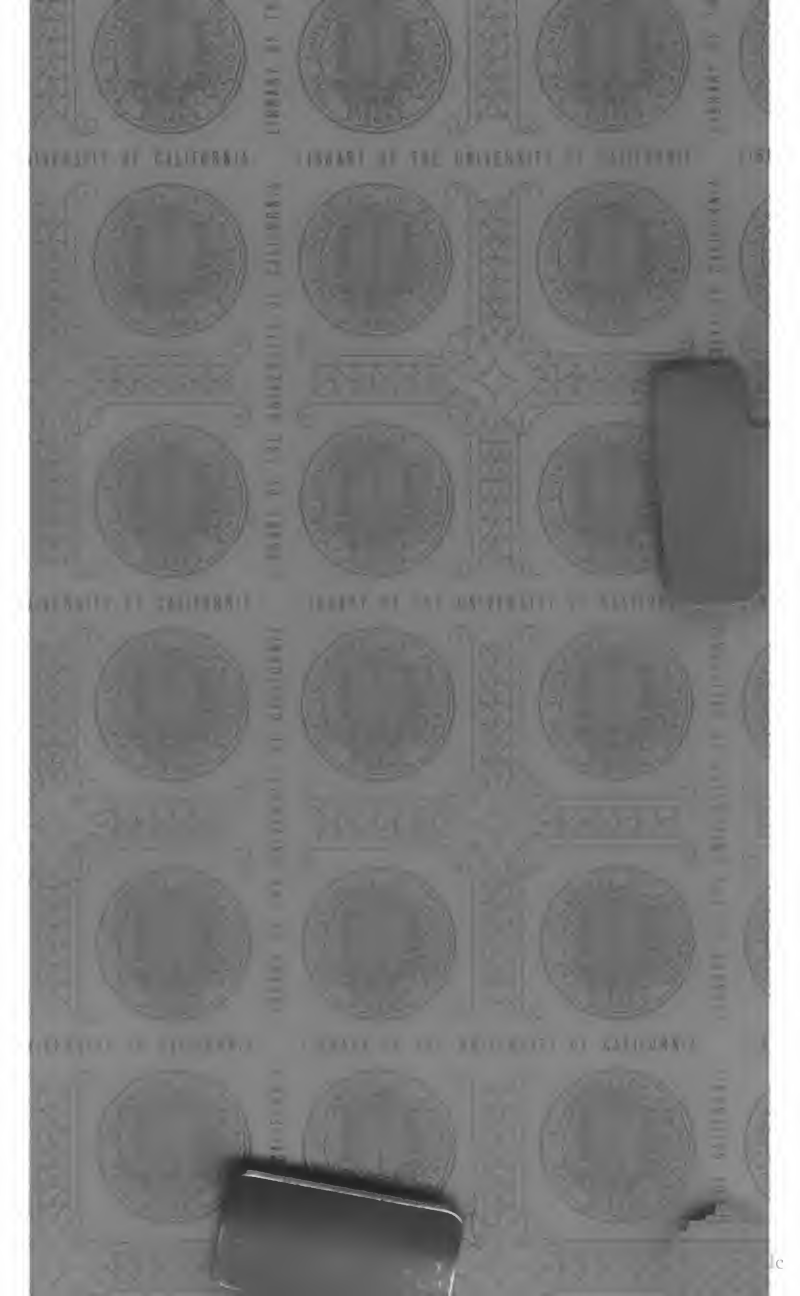
Digitized by Google

Digitized by Google

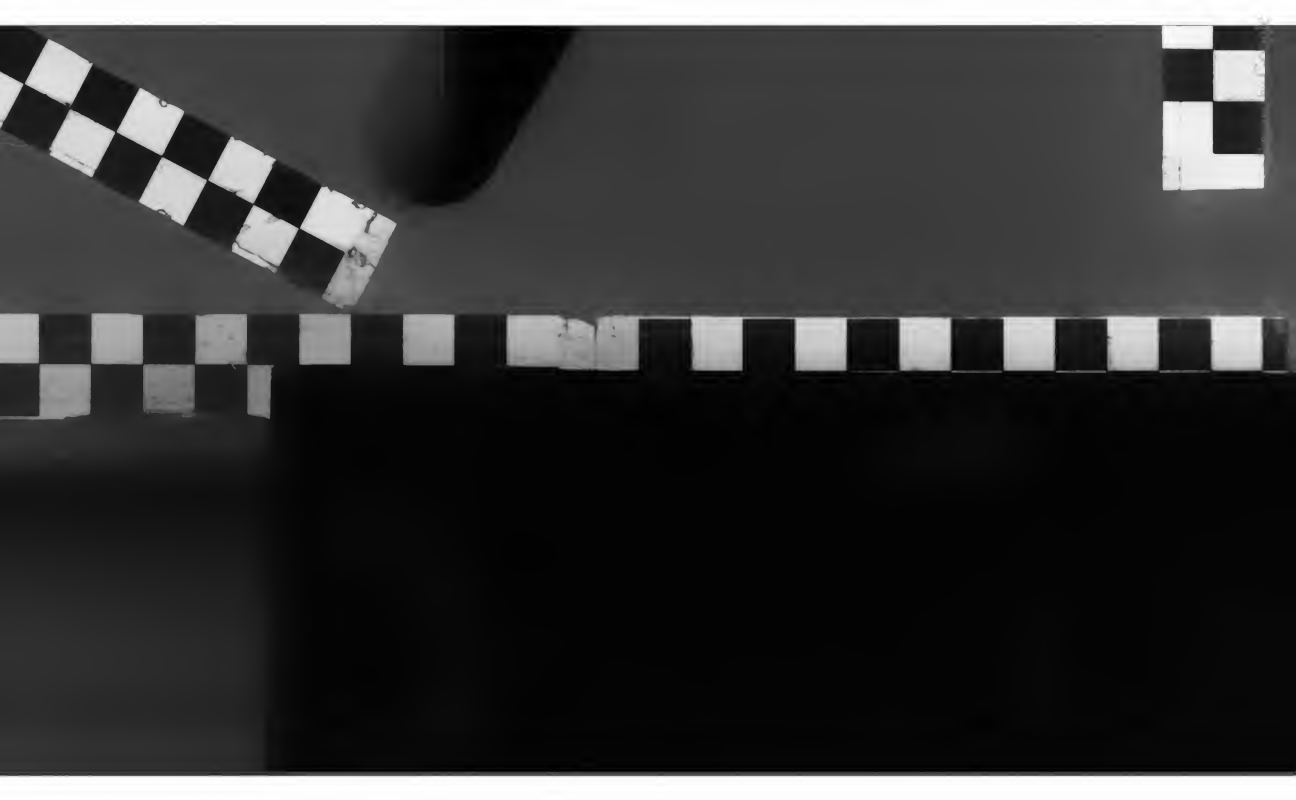
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google



Digitized by Google